

ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU
ŠUMARSKI ODSJEK
SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ
URBANO ŠUMARSTVO, ZAŠTITA PRIRODE I OKOLIŠA

SARA JURČEVIĆ

KLONIRANJE PLUS STABALA OBIČNE JELE
(*Abies alba* Mill.) U PROCESU OPLEMENJIVANJA
BOŽIĆNIH DRVACA

DIPLOMSKI RAD

ZAGREB, 2017.

ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU

ŠUMARSKI ODSJEK

**KLONIRANJE PLUS STABALA OBIČNE JELE
(*Abies alba* Mill.) U PROCESU OPLEMENJIVANJA BOŽIĆNIH
DRVACA**

DIPLOMSKI RAD

Diplomski studij: Urbano šumarstvo, zaštita prirode i okoliša

Predmet: Oplemenjivanje ukrasnog drveća i grmlja

Ispitno povjerenstvo:

1. izv. prof. dr. sc. Saša Bogdan

2. izv. prof. dr. sc. Željko Škvorc

3. dr. sc. Krunoslav Sever

Student: Sara Jurčević

JMBAG: 0068215094

Broj indeksa: 708/2015

Datum odobrenja teme: 20.04.2017.

Datum predaje rada: 29.08.2017.

Datum obrane rada: 22.09.2017.

Zagreb, Rujan, 2017.

Dokumentacijska kartica

| | |
|---------------------|---|
| Naslov | Kloniranje plus stabala obične jele (<i>Abies alba</i> Mill.) u procesu oplemenjivanja božićnih drvaca |
| Title | Cloning of silver fir (<i>Abies alba</i> Mill.) plus trees in christmas tree breeding |
| Autor | Sara Jurčević |
| Adresa autora | Mala 26, 35400 Nova Gradiška |
| Mjesto izrade | Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu; Hrvatski šumarski institut |
| Vrsta objave | Diplomski rad |
| Mentor | Izv. prof. dr. sc. Saša Bogdan |
| Izradu rada pomogao | Dipl. ing. šum. Ivica Čehulić |
| Godina objave | 2017. |
| Obujam | 39 stranica, 20 slika, 3 tablice |
| Ključne riječi | Obična jela, kloniranje, reznice, biljni hormoni, razmnožavanje |
| Key words | Silver fir, cloning, cuttings, plant hormones, propagation |
| Sažetak | <p>Prikazat će se nedavno započeti proces oplemenjivanja obične jele u Hrvatskoj za potrebe proizvodnje reproduksijskog materijala božićnih drvaca. Naglasak diplomskog rada biti će na istraživanju mogućnosti kloniranja ove vrste metodom zakorijenjivanja reznica. Napravljena su vremenski dva odvojena istraživanja tijekom kojih su ispitivani različiti čimbenici koji utječu na uspješnost zakorijenjivanja reznica jele. Zbog svega navedenoga, nužno je bilo ispitati utjecaj sljedećih čimbenika na uspjeh zakorijenjivanja i kvalitetu sadnica u našim uvjetima: 1. vrijeme sakupljanja reznica (npr. travanja, rujan, prosinac), 2. položaj reznica na matičnoj biljci (gornja, srednja i donja etaža), 3. hormonski tretman reznica (sa ili bez hormona). Nakon potencijalnog zakorijenjivanja reznice su vađene iz kontejnera te su mjerene duljine najdulje razvijene korijenske žile te broj korijenčića po zakorijenjenoj reznici. Rezultati</p> |

| | |
|--|---|
| | su obrađivani u <i>MS Excell 2016</i> programu u vidu dobivanja aritmetičkih sredina, odnosno prosjeka ispitivanih svojstava. |
|--|---|

Popis slika

Slika 1. *Obična jela (Abies alba Mill.)* (Izvor: www.forestryimages.org)

Slika 2. *Prve godine razvoja obične jele (Abies alba Mill.)*(Gračan, 2001.)

Slika 3. *Prirodna rasprostranjenost obične jele u Hrvatskoj* (Gračan, 2001.)

Slika 4. *Ciklus oplemenjivanja drveća i grmlja* (Bogdan i Katičić Bogdan, 2015.)

Slika 5. *Paper pot kontejneri sa reznicama*

Slika 6. *Zakorjenjena reznica obične jele sa etiketom na kojoj je naznačen broj kontejnera, datum izvedbe radova, koncentracija hormona te redni broj reznice*

Slika 7. *Zakorjenjena reznica obične jele posađena u lončić za daljnje školovanje i označena etiketom sa pripadajućim podacima*

Slika 8. *Grafički prikaz rezultata (postotka zakorjenjenosti reznica) prema etažama*

Slika 9. *Postotak zakorjenjivanja reznica iz gornje etaže po tretmanima*

Slika 10. *Prosjek broja korijenskih žila zakorjenjenih reznica iz gornje etaže krošnje po tretmanima*

Slika 11. *Prosječne vrijednosti duljine najdulje korijenske žile kod zakorjenjih reznica iz gornje etaže krošnje po tretmanima*

Slika 12. *Postotak zakorjenjivanja reznica iz srednje etaže po tretmanima*

Slika 13. *Prosjek broja korijenskih žila zakorjenjenih reznica uzetih iz srednje etaže krošnje, po tretmanima*

Slika 14. *Prosječne vrijednosti duljine najdulje korijenske žile kod zakorjenjenih reznica uzetih iz srednje etaže krošnje, po tretmanima*

Slika 15. *Postotak zakorjenjivanja reznica iz donje etaže po tretmanima*

Slika 16. *Prosjek broja korijenskih žila zakorjenjenih reznica uzetih iz donje etaže krošnje, po tretmanima*

Slika 17. *Prosječne vrijednosti duljine najdulje korijenske žile zakorjenjih reznica iz donje etaže krošnje po tretmanima*

Slika 18. *Usporedba postotka zakorjenjenosti po genotipovima s obzirom na tretiranja odnosno kontrolu*

Slika 19. *Usporedba prosječnog broja korijenskih žila po genotipovima s obzirom na tretiranja odnosno kontrolu*

Slika 20. Usporedba prosječnih duljina najdulje korijenske žile po genotipovima s obzirom na tretmane odnosno kontrolu

Popis tablica

Tablica 1. *Registar plus jedinki božićnih drvaca*

Tablica 2. *Broj (postotak) zakorjenjenih reznica s obzirom na trajanje hormonskog tretmana*

Tablica 3. *Sumirani podaci uspješnosti zakorjenjivanja reznica prema različitim hormonskim tretmanima*

Sadržaj

| | |
|--|----|
| 1 UVOD | 1 |
| 1.1 Klasično oplemenjivanje šumskog drveća | 5 |
| 1.2 Uloga kloniranja u ciklusu oplemenjivanja | 6 |
| 1.3 Mogućnosti autovegetativnog kloniranja obične jele | 7 |
| 1.4 Obična jela kao obično drvce – začetak procesa oplemenjivanja u Hrvatskoj..... | 8 |
| 2 CILJEVI ISTRAŽIVANJA | 16 |
| 3 MATERIJAL I METODE | 18 |
| 3.1 Opis nasada..... | 18 |
| 3.2 Postupci s reznicama | 18 |
| 3.2.1 Istraživanje 1 | 18 |
| 3.2.2 Istraživanje 2 | 19 |
| 3.3 Izmjere | 22 |
| 3.4 Statistička obrada podataka | 23 |
| 4 REZULTATI I RASPRAVA | 23 |
| 4.1 Istraživanje 1..... | 23 |
| 4.1.1 Rezultati prema vremenskom trajanju hormonskog tretmana – gornja etaža..... | 26 |
| 4.1.2 Rezultati prema vremenskom trajanju hormonskog tretmana – srednja etaža..... | 29 |
| 4.1.3 Rezultati prema vremenskom trajanju hormonskog tretmana – donja etaža | 32 |
| 4.2 Istraživanje 2..... | 35 |
| 4.2.1 Rezultati prema vrsti hormonskog tretmana | 35 |
| 4.2.2 Rezultati prema genotipovima | 37 |
| 5 ZAKLJUČAK | 40 |

1 UVOD

Rodu *Abies* (jela) pripada, kao što je općenito poznato, u pravilu visoko, uspravno vazdazeleno crnogorično drveće. Kako nas u ovome radu zanima obična jela – *Abies alba* (slika 1.), ona pripada skupini onih vrsta roda *Abies* koje su se razvile na visokim planinama koje okružuju Sredozemno more. *Abies alba* (obična jela) u tom sklopu zauzima najveći areal, dok se na rubu njezine rasprostranjenosti razvio veliki broj malih vrsta. (Trinajstić, 2001.)

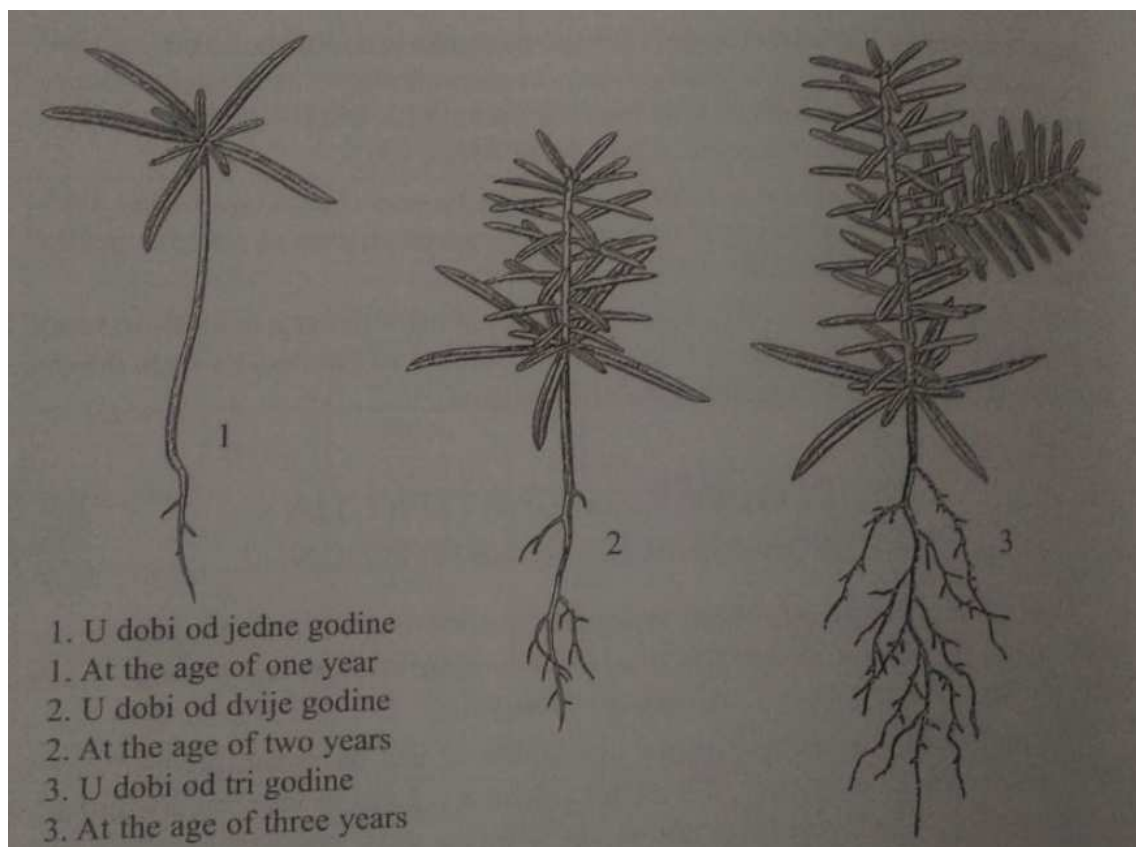
Obična jela je kod nas jedina autohtona jela, a uz bukvu i hrast lužnjak, treća je najzastupljenija vrsta u Hrvatskoj.



Slika 1. Obična jela (*Abies alba* Mill.)(Izvor: www.forestryimages.org)

Obična jela je jednodomna biljka čija stabla izrasla na osami počinju cvasti i rađati sjemenom u 30. godini, dok se na stablima u šumi to isto događa između 50. i 60. godine. Učestalost punoga uroda sjemena ovisi ponajprije o stanišnim prilikama. U optimalnim prilikama koje ovise o toplini i vlazi, puni je urod svake druge godine. Na lošijim staništima urod sjemena je rjeđi i može se očekivati svake 5. do 6. godine. Vrijeme cvatnje ovisno je o klimi pa u toplijim krajevima areala cvate već krajem travnja, dok u hladnijem dijelu, na području gornje granice vertikalne rasprostranjenosti svate sredinom lipnja. Sjeme razvija krajem rujna i raznosi ga vjetar. (Prpić i Seletković, 2001.)

Na slici 2. prikazan je razvoj klijanca jele kroz prve tri godine.



Slika 2. Prve godine razvoja obične jele (*Abies alba* Mill.)(Gračan, 2001.)

Što se tiče sistematske pripadnosti obične jele (*Abies alba* Mill.), ista ode ovako:

Carstvo: Plantae

Pododjeljak: Pinophyta

Razred: Pinopsida

Red: Pinales

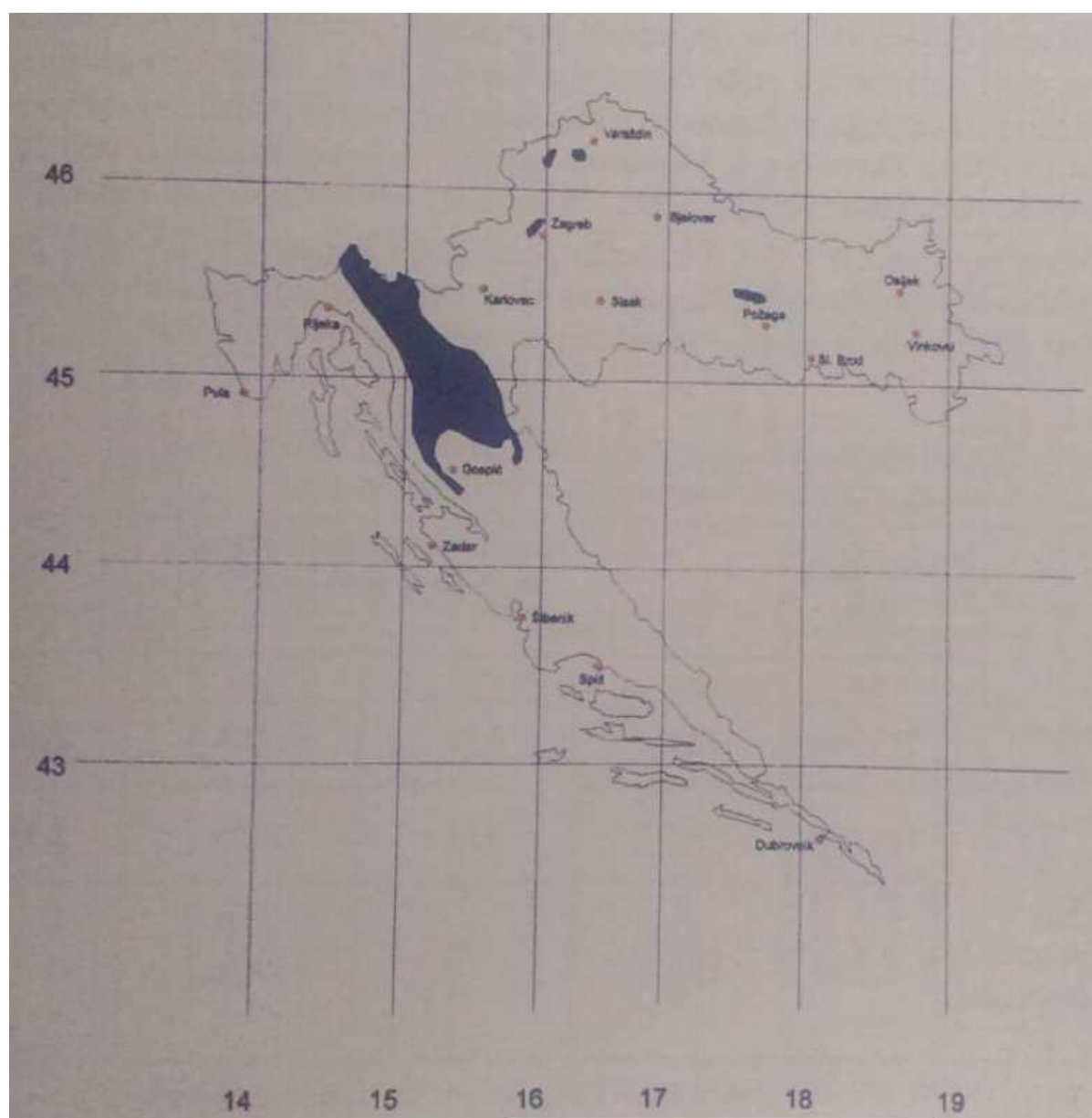
Porodica: Pinaceae

Potporodica: Abietoideae

Rod: *Abies*

RASPROSTRANJENOST OBIČNE JELE U HRVATSKOJ

Na temelju provedenih vegetacijskih kartiranja može se ustanoviti da se jela praktički nigdje ne razvija pojedinačno, već izgrađuje, bilo sama čiste ili zajedno s nekoliko drugih vrsta mješovite šume različitog omjera smjese. Jela je u Hrvatskoj gotovo u potpunosti uklopljena u areal bukve, što je čini se opća značajka odnosa bukve i jele tijekom holocena. (Trinajstić, 2001.)



Slika 3. Prirodna rasprostranjenost obične jele u Hrvatskoj (Gračan, 2001.)

Kako je vidljivo sa slike 3., jela je glavninom svoga areala u Hrvatskoj vezana ponajprije na Dinaride – Veliku i Malu kapelu, veći dio Velebita, sjeverne padine Dinare i Kamešnice, te s jednom danas izoliranom eksklavom na sjevernim padinama Biokova. Na čitavom prostoru jela svoju donju granicu na priobalnom grebenu ima na negdje oko 900 – 1000 metara nadmorske visine, a na kopnenoj padini između 650 metara na sjeveru i 850 metara nadmorske visine na jugu, uključujući i Biokovo. Gornju granicu svoga areala jela u Hrvatskoj postiže između 1100 i 1400 metara nadmorske visine. U južnom Velebitu jela se zbog temperaturne inverzije spušta na padine dubokih ponikava, npr. u Šugarsku dulibu, Jelovu ruju ili Bunovac. Jela u Hrvatskoj raste i na nekoliko izoliranih gora koje se pružaju između Drave i Save. To su Macelj, Medvednica, Psunj i Papuk, gdje izgrađuje šumske sastojine, te Strahinjščica, gdje danas susrećemo samo pojedina jelova stabla. (Trinajstić, 2001.)

KLIMA I HIDROLOŠKE PRILIKE

Areal šume obične jele u Hrvatskoj pripada, prema Koppenu, u razred snježno – šumske (borealne) klime i umjereno tople kišne šume unutar kojega se razlikuje više područja. Najveće površine jelovih šuma nalaze se u Lici i Gorskom kotaru, području umjereno tople kišne klime (tip Cfsbx). Za njega je karakteristično da nema sušnoga razdoblja, a najsuši dio godine pada u najtoplije godišnje doba. Oborine su jednako razdijeljene na cijelu godinu. Maksimum je oborina u kasnu jesen, a drugi maksimum pojavljuje se početkom ljeta i nešto je slabiji od jesenskoga. (Seletković, 2001.)

ŠUMSKE ZAJEDNICE OBIČNE JELE

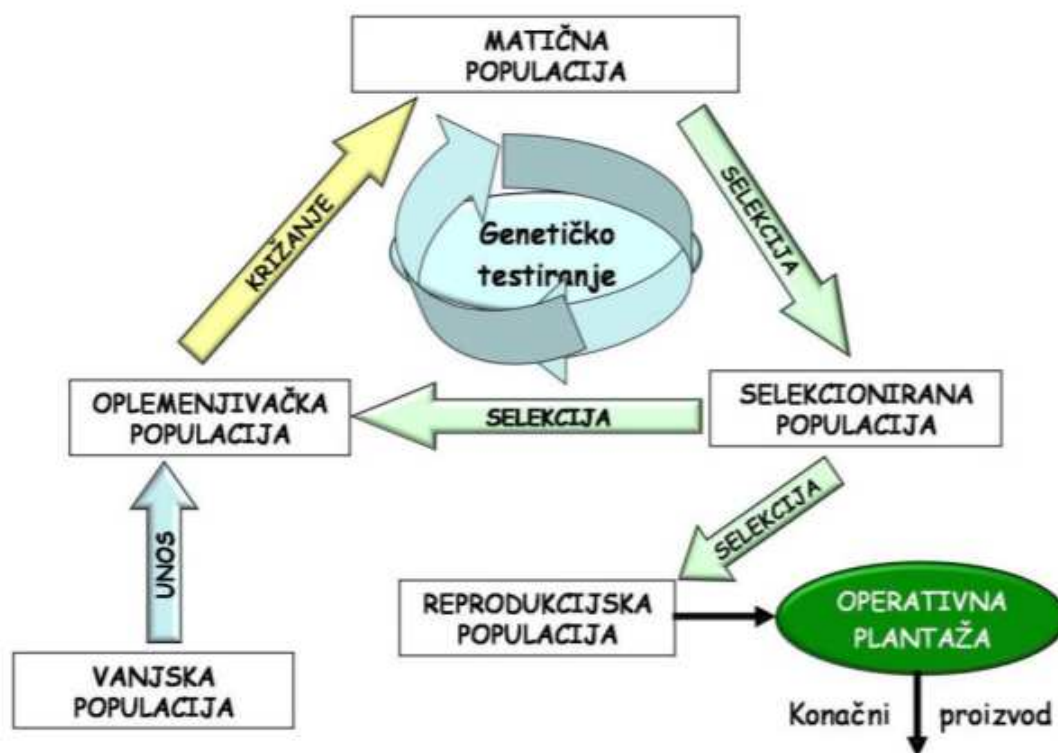
Obična jela u šumama Republike Hrvatske zauzima približno 200 000 ha uglavnom u četiri jasno opisane i definirane šumske zajednice. Svakako je najznačajnija mješovita bukovo – jelova šuma (*Abieti–Fagetum* s.l.), pogotovo u dinarskoj vegetacijskoj zoni gorskoga pojasa, zatim u istome pojasu na silikatima jugozapadne Hrvatske prostire se manje .više monodominantna jelova šuma s rebračom (*Blechno–Abietetum*), te jelova šuma s milavom (*Calamagrostio–Abietetum*) na dinarskim vapnenačkim stijenama predalpskog pojasa. Od njih se bitno razlikuje osebujna i prirodnoznanstveno iznimno zanimljiva zajednica jele s crnim grabom (*Ostryo–Abietetum*) u epimediteranskoj zoni mediteransko–montanskoga vegetacijskog pojasa (Vukelić i Baričević, 2001.).

1.1 Klasično oplemenjivanje šumskog drveća

Oplemenjivanje je djelatnost koja se bavi izučavanjem i provedbom metoda čiji je rezultat uzgojeno drveće i grmlje koje se odlikuje fenotipskim osobinama koje zadovoljavaju zahtjeve čovjeka. Također, oplemenjivanjem se nastoji povećati genetska kvaliteta uzgajanih biljaka. Cilj oplemenjivanja je identificirati i/ili proizvesti genetski poboljšane varijetete drveća i grmlja (provinijencije, familije srodnika ili klonove) koji služe za:

- Proizvodnju kvalitetne drvne mase, tj. povećanje ekonomske vrijednosti gospodarskih šuma, uz primjenu kvalitetnih uzgojnih tehnika
- Urbano šumarstvo (hortikulturni varijeteti)

Oplemenjivanje je ciklički proces (slika 4.) koji započinje selekcijom fenotipski najkvalitetnijih jedinki u ishodnoj (matičnoj) populaciji, zatim se provodi genetičko testiranje izabranih jedinki, dodatna selekcija na temelju rezultata genetičkog testiranja, kontrolirana križanja i stvaranje druge generacije matične populacije, čime se jedan ciklus zatvara i ujedno započinje sljedeći. (Bogdan i Katičić Bogdan, 2015.)



Slika 4. *Ciklus oplemenjivanja drveća i grmlja*(Bogdan i Katičić Bogdan, 2015.)

Iz slike 4. je vidljivo da u procesu oplemenjivanja možemo razlikovati različite tipove populacija. To su: matična populacija (sve jedinke vrste od interesa, ishodna populacija u kojoj započinje prvi ciklus oplemenjivanja), selekcionirana populacija (odabrane jedinke iz matične populacije odabrane masovnom selekcijom prema fenotipskim osobinama), reproduksijska populacija (odabrane jedinke iz selekcionirane populacije, odnosno genetski oplemenjeni varijetet, temeljna je funkcija proizvodnja reproduksijskog materijala), oplemenjivačka populacija (odabrane jedinke iz selekcionirane populacije, križanjem jedinki koje čine oplemenjivačku populaciju stvara se nova matična populacija za sljedeći krug oplemenjivanja) i vanjska populacija.

1.2 Uloga kloniranja u ciklusu oplemenjivanja

Kloniranje je postupak vegetativnog razmnožavanja pri čemu od jedne ishodne jedinke nastaju vegetativne kopije identične genetske konstitucije. Pri tome se ishodna jedinka koja se vegetativno razmnožava naziva orteta, dok se sve njene vegetativne kopije nazivaju ramete. Prema tomu, jedan klon čine orteta (ishodna jedinka) i sve njene ramete (vegetativnim putem nastale kopije). (Bogdan i Katičić Bogdan, 2015.)

Reprodukcijski klonovi su genetski superiorne jedinke iz selektirane populacije (elitne jedinke) koje se direktno masovno vegetativno razmnožavaju i koriste u operativnim plantažama. Na prvi pogled koncept reprodukcijskih klonova sliči konceptu reprodukcijskih familija koje se dodatno vegetativno razmnožavaju. Međutim, temeljna je razlika između ovih sustava u tome što kod reprodukcijskih familija imamo fazu kontroliranog križanja (između elitnih jedinki) dok se kod reprodukcijskih klonova elitne jedinke direktno kloniraju te se njihove ramete koriste kao reprodukcijski materijal (npr. u operativnim plantažama). (Bogdan i Katičić Bogdan, 2015.)

Ovakav tip reprodukcijskih populacija imaju neke od prednosti naspram ostalih i u njima se sagleda smisao kloniranja. Reprodukcijski klonovi imaju najvišu genetsku dobit u odnosu na sve druge reprodukcijske populacije. Također, direktnim kloniranjem najboljih elitnih jedinki može se iskoristiti njihova cjelokupna genotipska vrijednost. Nadalje, vegetativnim načinom se proizvodi fenotipski uniformniji biljni materijal koji zbog toga zahtjeva slične ekološke uvjete što u konačnici rezultira manjim troškovima uzgajanja i eksploatacije. (Bogdan i Katičić Bogdan, 2015.)

1.3 Mogućnosti autovegetativnog kloniranja obične jele

Iz literature te proučavanih dosadašnjih spoznaja moguće je iščitati da je metodom zakorjenjivanja reznica (vegetativno) moguće vjerojatno uspješno klonirati običnu jelu, čak i u starijoj dobi.

I heterovegetativno i autovegetativno razmnožavanje obične jele je uspješno. Međutim, pri takvom razmnožavanju postoji velika individualna varijabilnost uvažavajući razlike u genotipovima i utjecaj dobi matične biljke. Općenito se smatra da se povećanjem dobi majčinskih biljaka sposobnost zakorjenjivanja smanjuje, a kakvoća korijenskog sustava se pogoršava. Osim toga, utjecaj topofize izražen je za jedno dulje razdoblje od 8 do 13 godina (Korpel i dr., 1982.) u obliku plagiotrofnog rasta, koji se prilično kasno mijenja u ortotropni rast.

Pogodno vrijeme za sakupljanje reznica vrlo je različito opisano u literaturi. Općenito, literaturnih podataka ima jako malo, a ono što se dalo iščitati daje uvid u to da je vremenski raspon uzak, pa se tako mogu pronaći informacije o sakupljanju u lipnju/srpnju ili veljači (Međerović i Ferhatović, 2003.), zatim siječanj/veljača (Toogood, 1999.) te ožujak (Hocevar, 1983.).

Što se tiče položaja reznica na matičnoj biljci, podaci su također vrlo raznoliki. Postoje autori koji ne specificiraju dob nego samo predlažu da se uzimaju samo mlade biljke (Toogood, 1999.), no pronalaze se i podaci o uspjehu ako se uzimaju petogodišnje biljke (Barzdajn, 1986.). Uz to isto tako postoji izvor (Hocevar, 1983.) koji navodi veliki raspon starosti biljke između 5 i 16 godina starosti. Općenito se može iščitati da je s povećanjem starosti jedinke puno važnije obratiti pozornost na mjesto s kojega se uzimaju reznice. Pojedini autori preporučuju uzimanje jednogodišnjih izbojaka (Toogood, 1999.) i to reznice sa postranih izbojaka (Barzdajn, 1986.), dok se u literaturi može pronaći i podatak kako je dobro uzimati reznice od središnjeg dijela krošnje (Hocevar, 1983.).

Autori većinom preporučuju tretman reznica biljnim hormonima, no on ili je nespecificiran (Toogood, 1999; Barzdajn, 1986.) ili je nepoznat ali se uz njega preporučuje i ozljeđivanje baze reznica – skinuti koru (Hocevar, 1983.). Jedini je odmak u literaturi prema kojemu autori

(Međedović i Ferhatović, 2003.) preporučuju specifičan tretman hormonom IAA (50 mg/l) i bez ozljeđivanja baze reznica.

Supstrat za zakorjenjivanje je najčešće mješavina treseta, no nepoznatih količina (Hocevar, 1983.). Kako bi se izbjeglo zasićenje supstrata vodom vrlo bitna karakteristika medija za zakorjenjivanje mora biti prozračnost. Kako bi se potakla i održala aeracija oko baze reznica ne preporučuje se skidati iglice s baze reznica.

Što se tiče tretmana reznica nakon primarne obrade različiti autori preporučuju različite tretmane. Tako npr. jedan od autora (Toogood, 1999.) preporučuje grijanje supstrata na 15-20°C i folijarnu prihranu nakon pupanja, a drugi (Hocevar, 1983.) piše o održavanju visoke zračne vlage na visokih 95-100 %.

Iz svega navedenoga može se zaključiti da ne postoji jedinstveni sustav autovegetativnog razmnožavanja obične jele jer se podaci mnogo razlikuju. Upravo radi toga svrha ovoga istraživanja je iz dosadašnjih spoznaja pokušati odabrati najoptimalnije uzorke za naše područje rasprostranjenosti te pokušati sa nekoliko čimbenika ispitati uspješnost zakorjenjivanja metodom reznica.

1.4 Obična jela kao obično drvce – začetak procesa oplemenjivanja u Hrvatskoj

Cjelokupni projekt pod radnim nazivom „*Oplemenjivanje i proizvodnja genetski poboljšanog reproduksijskog materijala božićnih drvaca u Hrvatskom šumarskom institutu*“ odlučili su pokrenuti dr. sc. Saša Bogdan, izvanredni profesor genetike i oplemenjivanja na Šumarskom fakultetu, Ivica Čehulić, dipl. ing. šumarstva, voditelj Rasadničke proizvodnje Hrvatskog šumarskog instituta i dr. sc. Mladen Ivanković, predstojnik Zavoda za genetiku, oplemenjivanje drveća i šumsko sjemenarstvo Hrvatskog šumarskog instituta. Sam projekt je podijeljen na 4 faze.

U fazi 1. dogovorene su vrste koje će se promatrati. Obična jela (*Abies alba* Mill.) jedna je od onih na koje je stavljen glavni fokus. Faza 2. predstavlja izbor fenotipskih svojstava i kriterija selekcije. U toj fazi su dogovoreni obilasci matičnih populacija (Brloško, Rasadnik) te su odabrana ciljna fenotipska svojstva i kriteriji selekcije.

Dana 21.10.2015. izvršen je obilazak pokusnog nasada s provinijencijama obične jele u Fužinama, Obavljena je prva selekcija plus jedinki (subjektivnom metodom). Selektirano je ukupno 17 plus jedinki u prva tri bloka i to na način da je samo broj 17 u trećem bloku dok je većina jedinki bila u prvom, a manji dio u drugom bloku.

Kod selekcije metodom komparativnih stabala prvo se provodi vizualna selekcija kandidata hodanjem kroz prikladne sastojine i inspekcijom svih dominantnih stabala (dominantna su ona stabla čije krošnje zauzimaju najvišu etažu sastojine). Nakon izbora, kandidati se označavaju te se u njihovoj neposrednoj blizini pronalazi 4-6 tzv. *komparativnih stabala* (dominantna stabla iste vrste i dobi u sličnim mikrostanišnim uvjetima). Kandidat stablo i komparativna stabla se mjere s obzirom na svojstva od interesa. Na temelju provedenih izmjera i ocjenjivanja, određuje se jedinstvena ocjena za svako stablo s obzirom na relativne važnosti pojedinih svojstava. Ukoliko kandidat nadmašuje komparativna stabla za unaprijed određenu vrijednost, tada se proglašava plus stablom. U suprotnom se kandidat odbacuje i potraga se nastavlja dalje. Postoje različiti tzv. objektivni kriteriji selekcije pomoću kojih se nepristrano određuju uvjeti za plus stabla. Jedan od takvih je *Schreiner-ov kriterij*, prema kojemu plus stablo mora biti minimalno dvije standardne devijacije iznad komparativnih stabala ili iznad prosjeka populacije. Ovaj se kriterij izdvaja po tome što je korišten kod selekcije plus stabala hrasta lužnjaka u Hrvatskoj. (Bogdan i Katičić Bogdan, 2015.)

U ovoj fazi odabrani su i kriteriji selekcije, a to su:

1. gustoća krošnje u gornjoj polovici stabla (poželjno što gušća)
2. Piramidalni oblik krošnje (raskošna) ili natprosječno uska krošnja (za manje stanove)
3. Četkasti oblik iglica na izbojcima (za razliku od tzv. češljastog rasporeda tipičnog za običnu jelu)
4. Duljina i gustoća iglica (ili natprosječno duge ili natprosječno kratke iglice)

Na sljedećoj stranici moguće je vidjeti Obrazac za ocjenjivanje kandidata za plus jedinke božićnih drveća. Obrazac je potrebno što vjernije ispuniti kako bi se dobio što bolji uvid u kandidate (plus jedinke). Potrebno je navesti ime promatrane vrste, lokalitet, dob te položaj kandidata. U Obrascu su vidljiva željena promatrana fenotipska svojstva, kako je već i ranije spomenuto. Svakom od svojstava potrebno je doznačiti ocjenu, kako kandidat stablu tako i komparativnim stablima. Raspon ocjena se daje obzirom na to koliko je željeno

svojstvo bitno za ispitivanje. Ispod tablice je moguće vidjeti kako su rasponi svih ocjena za fenotipska svojstva objašnjena da bi selekcija i ocjenjivanje bilo jasnije.

OBRAZAC za ocjenjivanje kandidata za plus jedinke božićnih drvaca

Naziv svojte: obična jela (*Abies alba* Mill.)

Lokalitet: Fužine

Dob kandidata:

Oznaka kandidata:

Datum ocjenjivanja:

Položaj (mikrolokacija) kandidata:

Ocjenjivanje proveli: _____

| Fenotipsko svojstvo | Kandidat jedinka | Komparativna jedinka 1 | Komparativna jedinka 2 | Komparativna jedinka 3 | Komparativna jedinka 4 |
|--|------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| ¹ Gustoća krošnje | | | | | |
| ² Oblik krošnje | | | | | |
| ³ Širina krošnje | | | | | |
| ⁴ Raspored iglica | | | | | |
| ⁵ Broj iglica po cm duljine izbojka | | | | | |
| ⁶ Prosječna duljina iglica (mm) | | | | | |

¹ Gustoća krošnje: ocjene **3-5** (5 – gusta krošnja u gornjoj polovini, deblo gotovo nije vidljivo; 4 – manje gusta krošnja u gornjoj polovini, deblo djelomično vidljivo između pršljenova; 3 – relativno rijetka krošnja u gornjoj polovini, deblo jasno vidljivo između pršljenova grana).

² Oblik krošnje: ocjene **2-5** (5 – pravilno piramidalna, simetrična; 4 – nepravilno piramidalna tj. nesimetrična; 3 – nije piramidalna, valjkasta ili izraženo nesimetrična; 2 – vidljive ozbiljne nepravilnosti oblika u vidu rašljivosti, oštećenog terminalnog izbojka, višestrukih terminalnih izbojaka ili iskrivljenosti debla).

³ Širina krošnje (Š, pŠ, U): Š – široka krošnja; pŠ – poluširoka krošnja; U – uska krošnja

⁴ Raspored iglica na izbojku: ocjene **3-5** (1 – izražajno „četkasti“ raspored, iglice pravilno raspoređene uokolo osi izbojka; 2 – četkasti, ali uz uočljive nedosljednosti; 3 – „češljasti“ raspored tj. tipičnog izgleda za običnu jelu).

⁵ Broj iglica po cm duljine izbojka: Izbrojati iglice na 1 cm u srednjem dijelu osi izbojka koji se nalazi na osunčanom dijelu krošnje.

⁶ Prosječna duljina iglice: Izmjeriti duljinu 6 iglica na istom uzorku kao i za prethodno svojstvo (v. točku 5).

Faza 3. predstavlja samu fenotipsku selekciju – odabir plus jedinki. Faza 4. obuhvaća ispitivanje tehnologije masovne reprodukcije odabranih plus jedinki. U toj fazi je dogovoreno kako će se pokušati autovegetativno (reznicama) razmnožiti odabrane plus jedinke.

Ocjenjivanje i mjerenje kandidata, zajedno s komparativnim stablima (4 najbliža stabla kandidatu) obavljeno je 27. 10. 2015. godine. Ocjenjivani su: gustoća krošnje, oblik krošnje, širina krošnje, raspored iglica na izbojku. Mjereni su: broj iglica na 1 cm odabranog izbojka i duljina 6 iglica na istom uzorku. Određene su indeksne ukupne ocjene kvalitete habitusa ($0.5 \times GK + 0.3 \times OK + 0.2 \times RI$) za sva ocjenjivanja stabla (populacija od ukupno 85 jedinki), te izračunata aritmetička sredina i standardna devijacija populacije. Objektivni kriterij selekcije bio je aritmetička sredina populacije - standardna devijacija. Kandidati su prevedeni u kategoriju plus stabala ako im je indeks ocjene kvalitete bio jednu standardnu devijaciju niži od aritmetičke sredine svih ocjenjenih stabala (svih kandidata i svih komparativnih jedinki). Nakon provedenih analiza, selektirano je ukupno 18 plus stabala iz ocjenjivane populacije, od kojih je njih 15 zadovoljilo objektivni kriterij selekcije. Učinjeno je i nekoliko izuzetaka u slučaju posebno istaknutih karakteristika neke jedinke (npr. uska krošnja ili sitne iglice). Analizom je utvrđeno da pojedini kandidati ne zadovoljavaju kriterij selekcije, dok su pojedina komparativna stabla zadovoljila i uvrštena su u selekciju.

U tablici 1. je prikazan tijek ocjenjivanja plus stabala i kriteriji prema kojima su isti birani. Svako stablo je za svaki izabrani kriterij bilo ocjenjivano ocjenom raspona karakterističnog za taj kriterij. Važno je za napomenuti da niža ocjena predstavlja bolju osobinu. U zadnjem stupcu tablice nalazi se *Opis posebnosti*. Ova kategorija predstavlja neke određene osobine prema kojima je stablo kao takvo birano u plus stabla. Tako npr. jedinka AA12 prema izračunatoj ocjeni (2,5) nije zadovoljila objektivni kriterij selekcije jer je aritmetička sredina populacije 2,5; ali je ipak odabrana u registar plus jedinki jer je zbog vrlo uske krošnje selektirala te ju je ta posebnost uvela u registar. Nadalje, jedinka AA4 prema ocjenama odabrana je za najljepše plus stablo. Ukupna ocjena kvalitete habitusa joj je 1,2; a od posebnosti koje su ju izdvojile kao takvu izdvaja se gusta pravilna piramidalna uska krošnja te vrlo intenzivan miris, što bi u potencijalnoj proizvodnji božićnih drvaca bilo jako privlačno.

Tablica 1. *Registar plus jedinki božićnih drvaca*

| Plus jedinka | Ocjene i izmjere pri selekciji (<u>niža ocjena je bolja osobina</u>) | | | | | | | OPIS POSEBNOSTI |
|--------------|--|---------------------|------------------------------|-----------------------|-------------|-------------------------|---|--|
| | Gustoća krošnje (1-3) | Oblik krošnje (1-4) | Širina krošnje (Š, pŠ ili U) | Raspored iglica (1-3) | Broj iglica | prosjeak duljine iglica | Ukupna ocjena kvalitete habitusa | |
| | GK | OK | ŠK | RI | BI/cm | LI (mm) | $(0.5 \times GK) + (0.3 \times OK) + (0.2 \times RI)$ | |
| AA 1 | 2 | 2 | U | 1 | 23 | 13,7 | 1,8 | uska krošnja, četkasto raspoređene sitne iglice |
| AA 2 | 2 | 1 | Š | 1 | 15 | 28,0 | 1,5 | pravilno piramidalna široka krošnja; duge, četkasto raspoređene iglice |
| AA 3 | 1 | 2 | Š | 1 | 19 | 27,2 | 1,3 | gusta široka krošnja, četkasto raspoređene duge iglice |
| AA 4 | 1 | 1 | U | 2 | 15 | 20,2 | 1,2 | najljepše plus stablo; gusta, pravilno piramidalna uska krošnja, intenzivnog mirisa |
| AA 5 | 1 | 3 | Š | 1 | 11 | 20,2 | 1,6 | gusta široka krošnja, četkasti raspored iglica |
| AA 6 | 2 | 1 | pŠ | 3 | 16 | 20,5 | 1,9 | pravilno piramidalna poluširoka krošnja, češljaste iglice |
| AA 7 | 2 | 1 | Š | 2 | 15 | 23,5 | 1,7 | pravilno piramidalna široka krošnja |
| AA 8 | 2 | 1 | U | 2 | 14 | 22,2 | 1,7 | pravilno piramidalna uska krošnja |
| AA 9 | 2 | 1 | pŠ | 2 | 15 | 22,3 | 1,7 | pravilno piramidalna poluširoka krošnja |
| AA 10 | 2 | 1 | U | 3 | 13 | 18,7 | 1,9 | pravilno piramidalna uska krošnja; češljasto raspoređene iglice; intenzivnog mirisa |
| AA 11 | 2 | 1 | Š | 1 | 18 | 27,8 | 1,5 | pravilno piramidalna široka krošnja, četkaste duge iglice |

| | | | | | | | | |
|--------------|---|---|----|---|----|------|------------|---|
| AA 12 | 3 | 2 | U | 2 | 14 | 19,5 | 2,5 | nije zadovoljila objektivni kriterij selekcije, ali se ističe zbog uske krošnje |
| AA 13 | 2 | 1 | pŠ | 2 | 14 | 22,3 | 1,7 | pravilno piramidalna poluširoka krošnja |
| AA 14 | 2 | 1 | pŠ | 2 | 12 | 23,3 | 1,7 | pravilno piramidalna poluširoka krošnja; četkasto raspoređene iglice; intenzivnog mirisa |
| AA 15 | 2 | 2 | pŠ | 1 | 18 | 18,3 | 1,8 | poluširoka krošnja, četkaste iglice |
| AA 16 | 2 | 2 | pŠ | 2 | 18 | 11,2 | 2,0 | nije zadovoljila kriterij selekcije, ali se ističe zbog vrlo sitnih i gusto raspoređenih iglica |
| AA 17 | 3 | 2 | pŠ | 2 | 15 | 20,8 | 2,5 | nije zadovoljila kriterij selekcije, ali ima vrlo zanimljive uvrnute iglice - hortikulturni potencijal |
| AA 18 | 1 | 3 | U | 2 | 12 | 20,2 | 1,8 | gusta i uska krošnja |

2 CILJEVI ISTRAŽIVANJA

Cilj ovoga istraživanja bio je identificirati optimalnu tehnologiju autovegetativnog razmnožavanja selektiranih plus jedinki radi stvaranja početnog matičnjaka (tzv. živičnjaka). Iz literature se daje zaključiti da ne postoji pouzdana i već uhodana jedinstvena tehnologija zakorjenjivanja reznica koja bi se odmah pouzdano mogla koristiti te koja bi dala sigurne pozitivne rezultate. Jedan od razloga za to je činjenica da postoji jako malo informacija, posebice za običnu jelu te se dosadašnja saznanja dosta razlikuju i iz istih se ne može zaključiti nešto posebno. Stoga je bilo potrebno ispitati uspješnost različitih kombinacija tretmana i identificirati potencijalnu tehnologiju koja bi dala zadovoljavajuće rezultate u našim uvjetima.

Zbog svega navedenoga, nužno je bilo ispitati utjecaj sljedećih čimbenika na uspjeh zakorjenjivanja i kvalitetu sadnica u našim uvjetima:

1. vrijeme sakupljanja reznica (npr. travanja, rujan, prosinac)
2. položaj reznica na matičnoj biljci (gornja, srednja i donja etaža)
3. hormonski tretman reznica (sa ili bez hormona)
 - (TH) tip hormona (IBA, NAA, Clonex, kontrola – destilirana voda)
 - (KH) koncentracija hormona (250, 500, 2500, 5000 mg/L)
 - (VT) vrijeme tretiranja hormonom (10 s, 1 h i 2 h)

S obzirom na ispitivanje nabrojanih čimbenika u nastavku će biti opisana dva istraživanja.

U prvom istraživanju (*u daljnjem tekstu: Istraživanje 1*) pažnja je bila usmjerena na ispitivanje uspješnosti zakorjenjivanja s obzirom na trajanje (10 s, 1 h, 2 h) i vrstu hormonskog tretmana te na uspješnost zakorjenjivanja po etažama (gornja, srednja i donja). Cilj ovoga dijela istraživanja bio je ispitati utjecaj položaja reznica i vremenskog tretiranja određenim koncentracijama i vrstama hormona te dovesti eventualno rezultate u neku vrstu korelacije kako bi se mogao izvesti kvalitetan zaključak na kojemu bi se temeljila daljnja ispitivanja istoga.

Drugo istraživanje (*u daljnjem tekstu: Istraživanje 2*) razlikuje se od prvoga najprije u vremenu uzimanja reznica. Reznice za potrebe prvoga istraživanja uzete su u mjesecu travnju,

dok su reznice za drugo istraživanje uzete u mjesecu listopadu. Nadalje, kod drugog istraživanja pažnja je bila usmjerena na vrstu hormonskog tretmana s obzirom na koncentracije pojedinih korištenih hormona. Nisu postojale razlike u vremenskom trajanju tretmana jer su sve reznice bile tretirane u trajanju od otprilike 10 sekundi. Drugi kriterij praćenja bio je pratiti uspješnost zakorjenjivanja po plus jedinkama koje su odabrane prema određenim kriterijima selekcije (gustoća krošnje, piramidalni oblik krošnje, četkasti oblik iglica na izbojcima te duljina i gustoća iglica). Nakon provedenih analiza, selektirano je ukupno 18 plus stabala iz ocjenjivane populacije, od kojih je njih 15 zadovoljilo objektivni kriterij selekcije.

3 MATERIJAL I METODE

3.1 Opis nasada

Za potrebe prvoga istraživanja, tj. ispitivanja utjecaja vremenskog trajanja hormona i odabira reznica po etažama te mjerenje uspješnosti njihova zakorjenjivanja, rezidba izbojaka obične jele obavljena je 1.4.2015. godine u poljima Hrvatskog šumarskog instituta.

Za drugo istraživanje, gdje je pažnja bila usmjerena na ispitivanje uspješnosti zakorjenjivanja s obzirom na vrstu i koncentraciju hormonskog tretmana te ispitivanje razlika među kontejnerima (matičnim jedinkama) i uspjeha istih u zakorjenjivanju, izbor i selekcija plus stabala, a kasnije i sama rezidba izbojaka obavljena je u Fužinama, gospodarska jedinica Brloško.

Šume gospodarske jedinice „Brloško“, Šumarije Fužine (Uprava šuma Delnice), nalaze se u zapadnom dijelu Gorskog kotara. Spomenuti prostor čini karakterističnu cjelinu gorskih i pretplaninskih krajeva koja dijeli kopnene od primorskih krajeva, a koji se nalaze u neposrednoj blizini. Prevladavajuće šumske zajednice spomenutog područja su šume bukve i jele, šume jele s rebračom, pretplaninska bukova šuma s urezicom te šuma jele na dolomitu. (Pleše, 2010.)

3.2 Postupci s reznicama

3.2.1 Istraživanje 1

Odrezani su izbojci sa 10 jedinki obične jele po etažama – gornja, srednja i donja etaža, tj. gornja, srednja i donja trećina krošnje. Odabrane jedinice su označene žutim etiketama. Sa svake jedinice odrezano je prosječno šest višegodišnjih izbojaka po etaži, a korišteni su vršni dijelovi grana. Izbojci su bili različitih duljina i odrezani su oko cijeloga opsega krošnje, a imali su otprilike pet jednogodišnjih izbojaka (najčešće jedan vršni i četiri do šest postranih). Odrezani izbojci su stavljeni u plastične vreće koje su označene s obzirom na vrstu i etažu. Na kraju su izbojci tretirani fungicidnim sredstvom (Neoram WG (bakreni oksiklorid) u

koncentraciji 0,5%) i pohranjeni u hladnjaču pri temperaturi od $3\pm 2^{\circ}\text{C}$ te pri relativnoj vlazi zraka od 60%.

Dana 27.4.2015. godine grane obične jele su izvađene iz hladnjače. Jednogodišnji izbojci (reznice) su odrezani vočarskim škarama te je rez dodatno obrađen skalpelom. Iglice nisu kidane, a skalpelom je ozljeđivana i baza reznica kod polovine ukupne količine reznica, dok druga polovina reznica nije ozljeđivana. Reznice, njih ukupno 270 po etaži, tretirane su sa IBA i NAA hormonima u različitim koncentracijama (5000, 2500, 500 i 250 ppm) i različitim vremenima tretiranja (10 s, 1 sat i 2 sata). Za tretiranje reznica korišten je i preparat Clonex. Reznice su pikirane u 'Bosnaplast' kontejnere koje se sastoje od saće sa 33 rupe, 18 cm dubine. Rupe su prethodno napunjene supstratom treset : perlit u omjeru 56:44 % (250 L treseta i 200 L perlita). Kontejneri sa reznicama pohranjeni su na stolove u plastenik. Grijanjem stolova održava se temperatura donjeg dijela reznica na min. 20°C , a sustavom zamagljivanja održavala se zračna vlaga na 80%. Reznice su istoga dana tretirane fungicidnim sredstvom naziva Kastor (aktivna tvar: kaptan 50%; koncentracije 0,3% u količini 20 litara vode/otopine).

Nakon što su reznice izvađene iz 'Bosnaplast' kontejnera pristupilo se izmjeri potrebnih parametara za dobivanje rezultata istraživanja. Mjerila se duljina najduljeg razvijenog korijena ako ga je bilo, te broj razvijenih korjenčića na reznicama. Nakon toga su rezultati obrađeni deskriptivnom statističkom analizom u programu MS Excell 2016, s ciljem utvrđivanja aritmetičkih srednjih vrijednosti za mjerena svojstva po različitim tretiranjima i s obzirom na istraživane čimbenike.

3.2.2 Istraživanje 2

Dana 10.11.2015. nastavljeni su radovi u Fužinama, u pokusnom nasadu obične jele. Odrezane su grane iz donjeg dijela selektiranih plus stabala. Grane su stavljene u PVC vreće, označene pripadajućim brojevima plus stabala, transportirane do Instituta i pohranjene u mračnu i hladnu prostoriju Laboratorija za kulturu tkiva.

Dana 11.11.2015. sa grana obične jele iz Fužina odrezani su jednogodišnji izbojci (80 komada po stablu), te su tretirani sa različitim koncentracijama i vrstama hormona u trajanju od cca 10 sekundi. Korišteni hormoni su: IBA 10000 ppm – 20 reznica, IBA 2500 ppm – 20

reznica te mješavina IBA 2500 + NAA 500 ppm – 20 reznica. Preostalih 20 reznica ostavljeno je netretirano kao kontrola. Reznice su pikirane u tzv. *paper pot* saće sa 80 heksagonalnih otvora dubine 15 cm (slika 5.), napunjenih supstratom treset : pijesak u omjeru 3:1, uz dodane male količine perlita. Saća sa etiketama postavljena je na stol u plasteniku Genetike pokraj Laboratorija za kulturu tkiva. Uključeno orošavanje održavalo je zračnu vlagu na 70% te je baza reznica grijana na željenih 22°C.



Slika 5. *Paper pot* kontejneri sa reznicama

Na kraju 9. mjeseca 2016. godine obavljeno je vađenje reznica iz paper pot saća te su mjerene željene karakteristike zakorjenjenih reznica – duljina najduljeg razvijenog korijena te broj korijenčića zakorjenjenih reznica (slika 6.).



Slika 6. Zakorjenjena reznica obične jele sa etiketom na kojoj je naznačen broj kontejnera, datum izvedbe radova, koncentracija hormona te redni broj reznice

Zakorjenjene reznice su nakon vađenja obilježavane etiketama kako bi se znala korištena koncentracija hormona te broj kontejnera (oznaka matične jedinice). Na etiketi je napisana vrsta (*A. alba*), oznaka kontejnera (OJ3), datum, vrsta hormona i koncentracija (IBA 10000) te redni broj kako je reznica bila označena.

3.3 Izmjere

Reznice su nakon završetka pokusa (Istraživanje 1 u listopadu 2015., a Istraživanje 2 u listopadu 2016. godine) pažljivo vađene iz supstrata za zakorijenjivanje. Nakon toga je svakoj reznici vizualno utvrđeno je li se ista zakorijenila, a ako jest onda su joj izbrojane korijenske žile i mjernom vrpcom izmjerena duljina najdulje korijenske žile te su takve reznice posađene u lončić na daljnje školovanje (slika 7.).



Slika 7. Zakorjenjena reznica obične jele posađena u lončić za daljnje školovanje i označena etiketom sa pripadajućim podacima

3.4 Statistička obrada podataka

Podaci dobiveni opisanim izmjerama obrađeni su dekriptivnom statističkom analizom u programu *MS Excell 2016*, s ciljem utvrđivanja aritmetičkih srednjih vrijednosti za mjerena svojstva po različitim tretiranjima i s obzirom na istraživane čimbenike (mjesto uzimanja reznica, vrijeme uzimanja reznica).

4 REZULTATI I RASPRAVA

Na sljedećim stranicama biti će prikazani rezultati podijeljeni u dva istraživanja radi lakšeg opisivanja i interpretacije istih.

Najprije će biti predstavljeni rezultati istraživanja u kojemu je promatran broj zakorjenjenih reznica s obzirom na različite udjele hormonskih tretmana i različitim trajanjem tretmana i s obzirom na odabir reznica po etaži (gornja, srednja, donja).

Kao drugi, biti će prikazani rezultati i interpretacija istih iz istraživanja u kojemu je promatrana uspješnost zakorjenjivanja prema vrsti hormonskih tretmana te koncentracije istih i prema genotipovima kako bi iz promatranih jedinki dobili uvid u potencijalne razlike među selekcioniranim plus jedinkama.

4.1 Istraživanje 1

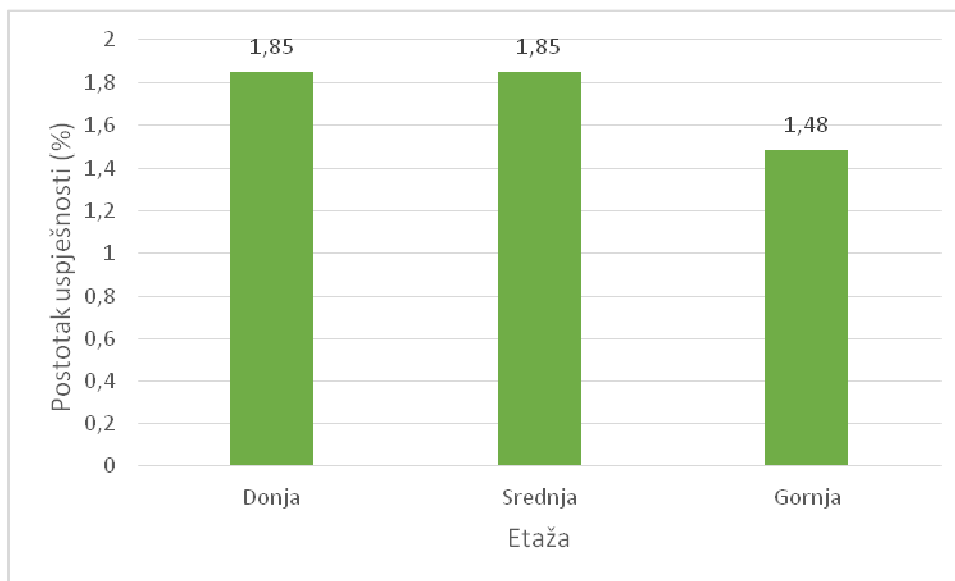
U nastavku će biti pobliže opisani rezultatima s obzirom na trajanje hormonskog tretmana te s obzirom na podjelu na etaže. Svaki kontejner sadržavao je ukupno 30 reznica. Postojalo je osam kombinacija hormonskog tretmana te kontrola (netretirane reznice), kontrola (H₂O) te reznice tretirane preparatom Clonex. Hormonski tretmani korišteni u ovome eksperimentu su:

- IBA 5000 ppm
- IBA 2500 ppm

- IBA 500 ppm
- IBA 250 ppm
- NAA 5000 ppm
- NAA 2500 ppm
- NAA 500 ppm
- NAA 250 ppm

Svakom od kombinacija hormonskog tretmana tretirano je po deset reznica, što bi značilo da je pojedinim vremenskim trajanjem tretirano po 240 reznica. Što se tiče etaža, u svakoj je bilo po 270 reznica.

Kako je ranije spomenuto izbojci jele rezani su sa 3 etaže – gornja, srednja i donja. Odrezano je 6 višegodišnjih izbojaka po etaži od kojih je pripremljeno 270 reznica po etaži. Što se tiče rezultata zakorjenjivanja reznica po etažama, krajnje vrijednosti su jako niske. Donja i srednja etaža pokazuju uspješnost od samo 1,85 % , odnosno zakorjenjenih 5 reznica od 270 u svakoj od etaža. Rezultat iz gornje etaže je nešto slabiji ali nije previše odstupio od prethodna dva. Sa samo 4 zakorjenjene reznice od ukupno 270, rezultat je na slabih 1,48 %. Dobiveni podaci prikazani su na slici 8.



Slika 8. Grafički prikaz rezultata (postotka zakorjenjenosti reznica) prema etažama

Dodatno, reznice su tretirane pojedinim hormonskim tretmanima, a uz to su ista hormonska tretiranja vremenski različito trajala. Općenito, u svakoj od etaža (gornja, srednja i donja) različitim trajanjem tretirano je po 80 reznica, uz to i različitim vrstama hormona (IBA 5000 ppm, IBA 2500 ppm, IBA 500 ppm, IBA 250 ppm, NAA 5000 ppm, NAA 2500 ppm, NAA 500 ppm i NAA 250 ppm). Reznice su tretirane 10 sekundi, jedan i dva sata prije pikanja, a prije prikaza rezultata po etažama detaljno, na tablici 2. prikazan je broj (postotak) zakorjenjenih reznica s obzirom na trajanje hormonskog tretmana općenito, bez podjele na etaže.

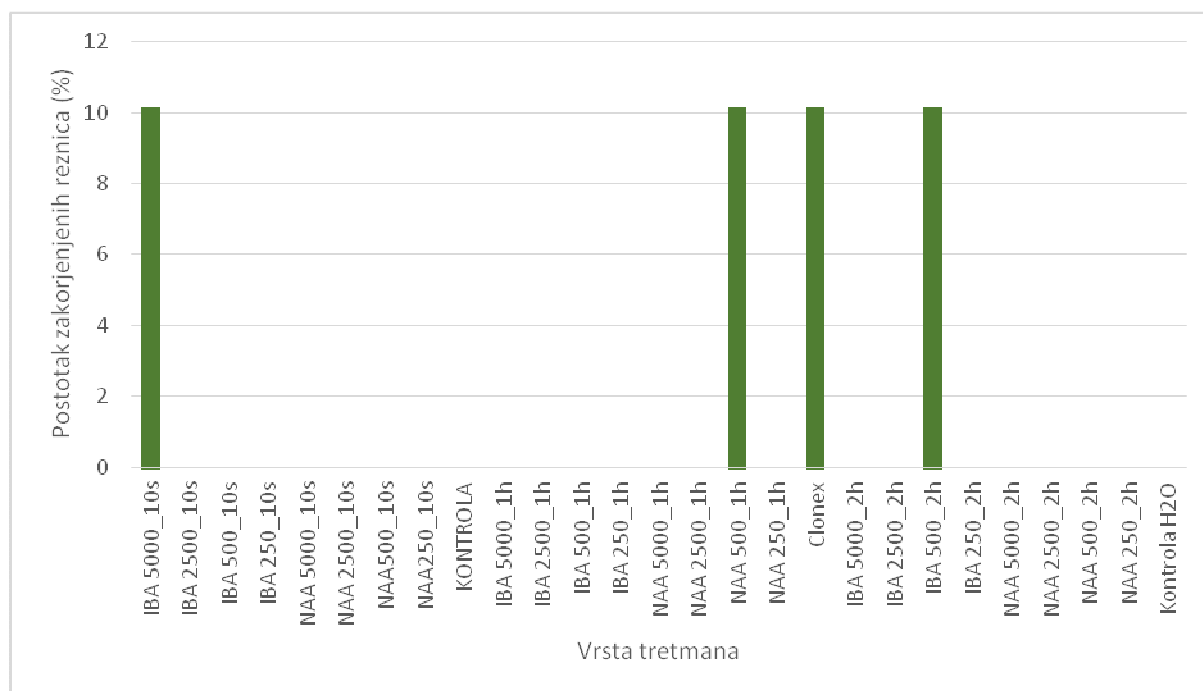
Tablica 2. Broj (postotak) zakorjenjenih reznica s obzirom na trajanje hormonskog tretmana

| Trajanje hormonskog tretmana | Broj zakorjenjenih reznica | Postotak uspješnosti zakorjenjivanja (%) |
|------------------------------|----------------------------|--|
| 10 sekundi | 6 | 2,5 |
| 1 sat | 3 | 1,25 |
| 2 sata | 4 | 1,67 |

Kako je vidljivo u tablici 2., što se tiče broja zakorjenjenih reznica uspješnost općenito nije velika, no ipak, od podjele trajanja tretmana na 10 sekundi, jedan i dva sata, nešto više, ali neznajčajne vrijednosti proizlaze iz trajanja tretmana od 10 sekundi (7 zakorjenjenih reznica od 240). Reznice tretirane dva sata zakorjenile su se u niskom broju od njih četiri, a reznice tretirane jedan sat nose najniži rezultat, zakorjenjeno je samo 3 reznice od 240 sveukupno.

4.1.1 Rezultati prema vremenskom trajanju hormonskog tretmana – gornja etaža

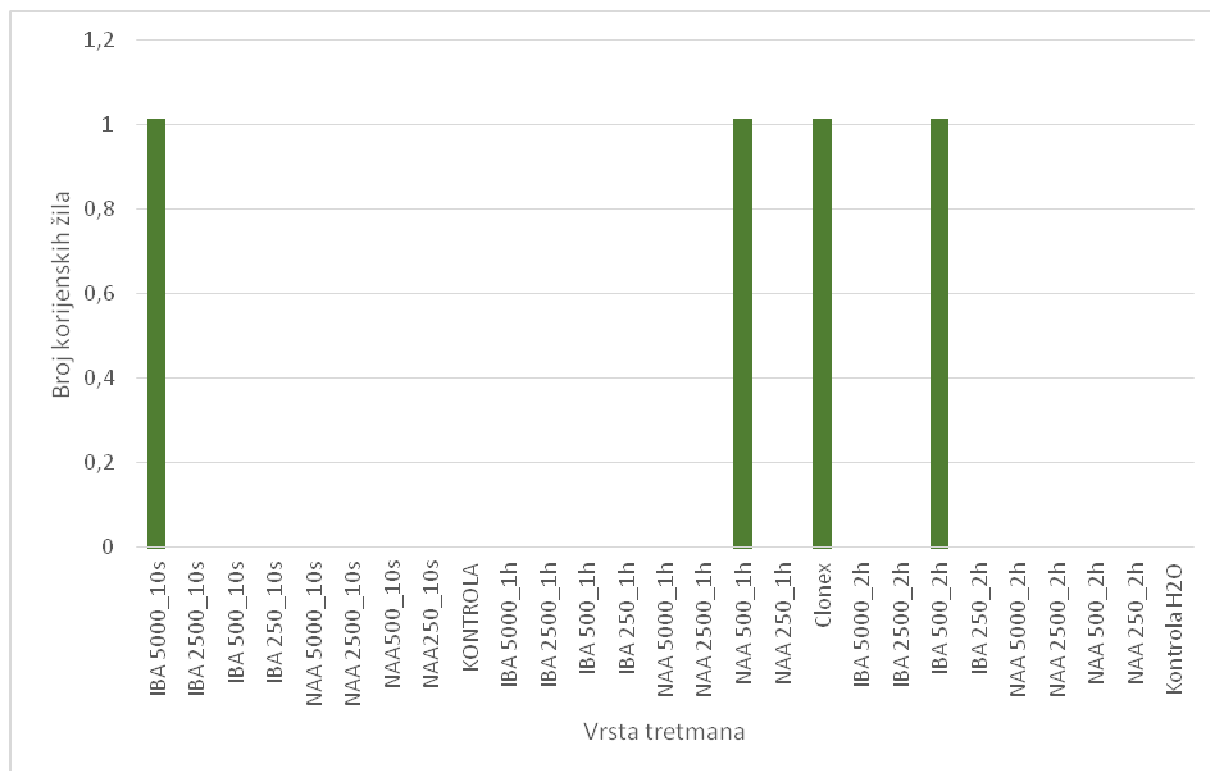
Sa grafičkog prikaza (slika 9.) moguće je vidjeti rezultat postotka zakorjenjivanja reznica iz gornje etaže. Kako je vidljivo, općenito je zakorjenjenost vrlo niska iz čega se može zaključiti kako u ovome eksperimentu ne postoji optimalna tehnologija zakorjenjivanja reznica i korištenja hormonskih tretmana.



Slika 9. Postotak zakorjenjivanja reznica iz gornje etaže po tretmanima

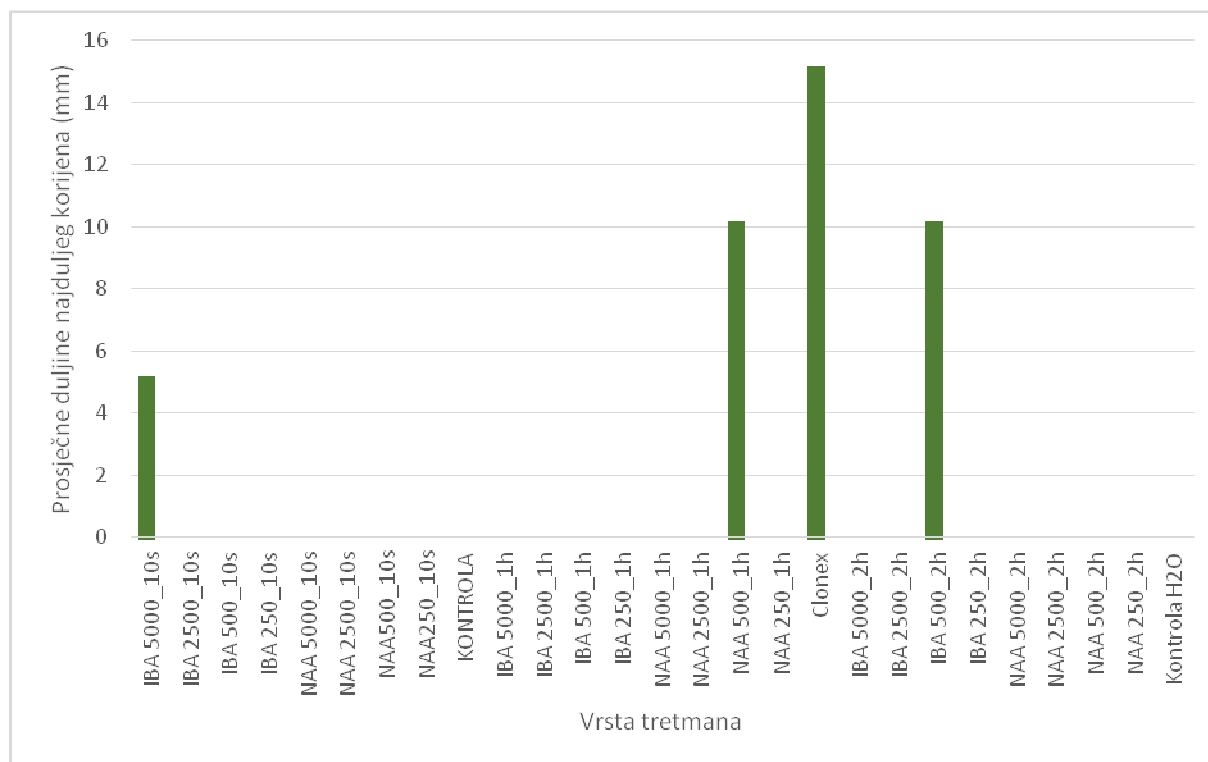
Sveukupno su se u gornjoj etaži zakorjenile samo 4 reznice. Što se tiče odabira optimalnog tretmana, iz ovakvog rezultata istoga je vrlo teško, pa i nemoguće odrediti. Iako je rezultat po određenim tretmanima 10%, treba uzeti u obzir da taj postotak predstavlja samo po jednu reznicu, pošto je od svake kombinacije tretmana tretirano po 10 reznica. Teško je išta

konkretno reći i o reznicama tretiranim Clonex preparatom, jer se i uz pomoć istoga zakorjenila samo jedna reznica.



Slika 10. *Prosjeck broj korijenskih žila zakorjenjenih reznica iz gornje etaže krošnje po tretmanima*

Sukladno rezultatima u kojima je vidljiv postotak zakorjenjenih reznica (slika 9.), promatrajući broj korijenskih žila koje su se razvile kod malog broja zakorjenjenih reznica, rezultat nije puno drugačiji (slika 10). Uzme li se eventualno u obzir vremensko trajanje hormonskog tretmana također je vidljivo kako je rezultat krajnje podijeljen između različitih tretmana, pa je tako u svim situacijama (IBA 5000 ppm u trajanju 10 sekundi, NAA 500 ppm u trajanju 1 sata, reznice tretirane preparatom Clonex te reznice tretirane IBA hormonom koncentracije 500 ppm u trajanju od 2 sata) razvijena po jedna korijenska žila na zakorjenjenim reznicama.

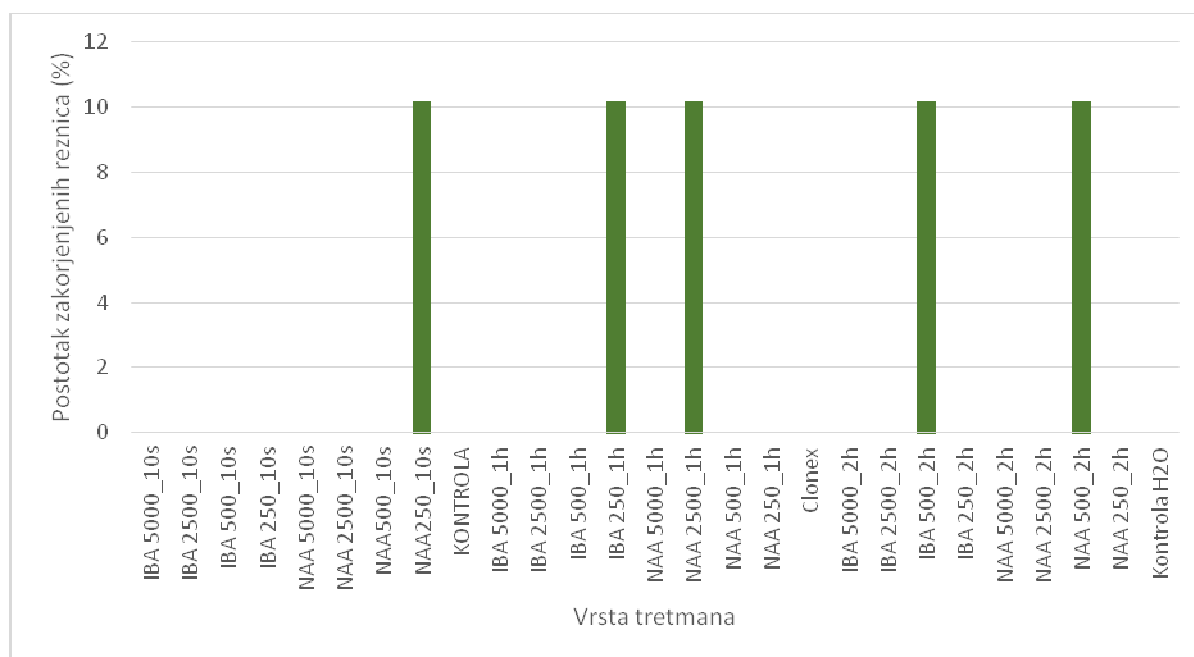


Slika 11. *Prosječne vrijednosti duljine najdulje korijenske žile kod zakorjenjih reznica iz gornje etaže krošnje po tretmanima*

Kako bi se zaokružila priča zakorjenjenih reznica iz gornje etaže, potrebno je predstaviti još i prosječne vrijednosti duljine najdulje korijenske žile (slika 11.). Iz grafičkog prikaza vidljivo je kako su i ovdje duljine žila jako kratke, tj. tretiranje hormonima nije dalo uspjeha u poticanju zakorjenjivanja reznica jele općenito. Izdvojiti se mogu eventualno reznice tretirane preparatom Clonex jer iste pokazuju vrlo niske, a ipak najbolje vrijednosti prosječnih duljina korijena, u ovom slučaju 15 mm dug korjenčić, što bi značilo da hormonski tretman zapravo nije pozitivno djelovao na prosječne vrijednosti duljine najdulje korijenske žile.

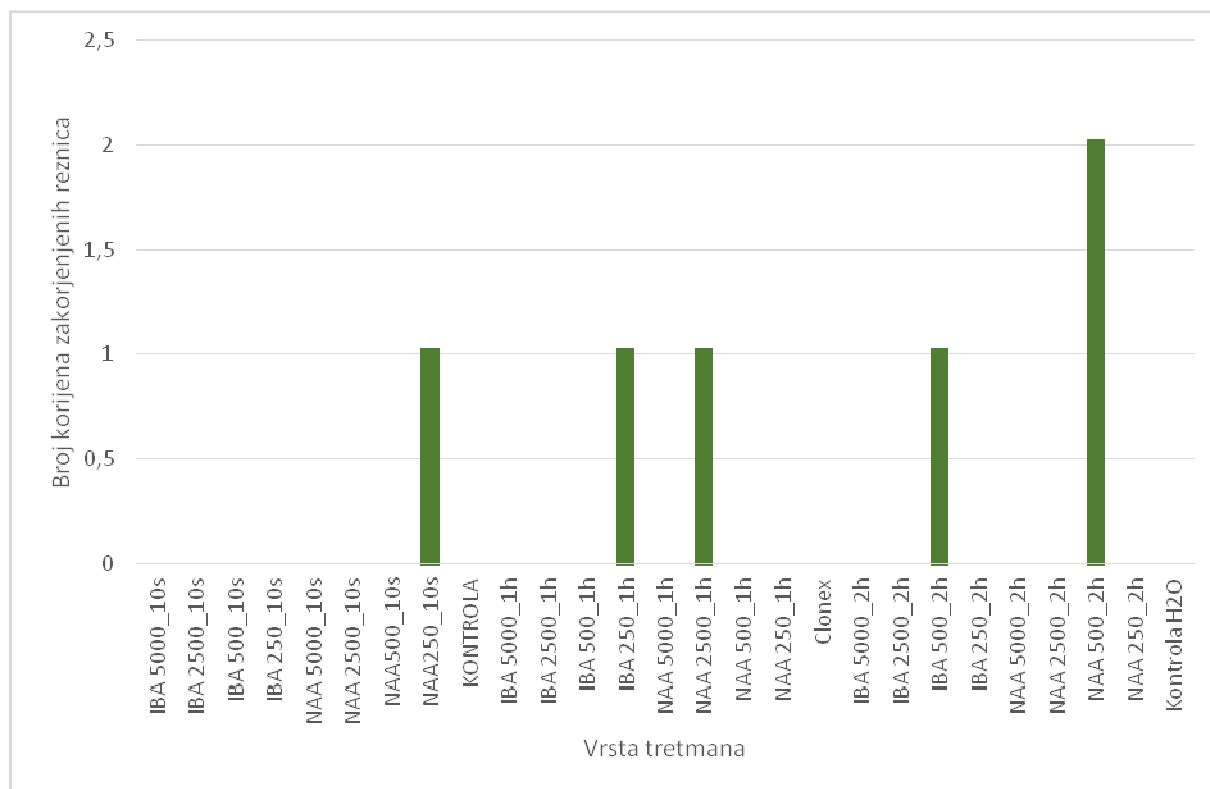
4.1.2 Rezultati prema vremenskom trajanju hormonskog tretmana – srednja etaža

Na grafičkom prikazu sa slike 12. prikazani su rezultati postotka zakorjenjivanja reznica iz srednje etaže. Kako je vidljivo, ne postoji značajan trend rasta pošto je u odnosu na gornju etažu zakorjenjena samo jedna reznica više, tj. 5 reznica.



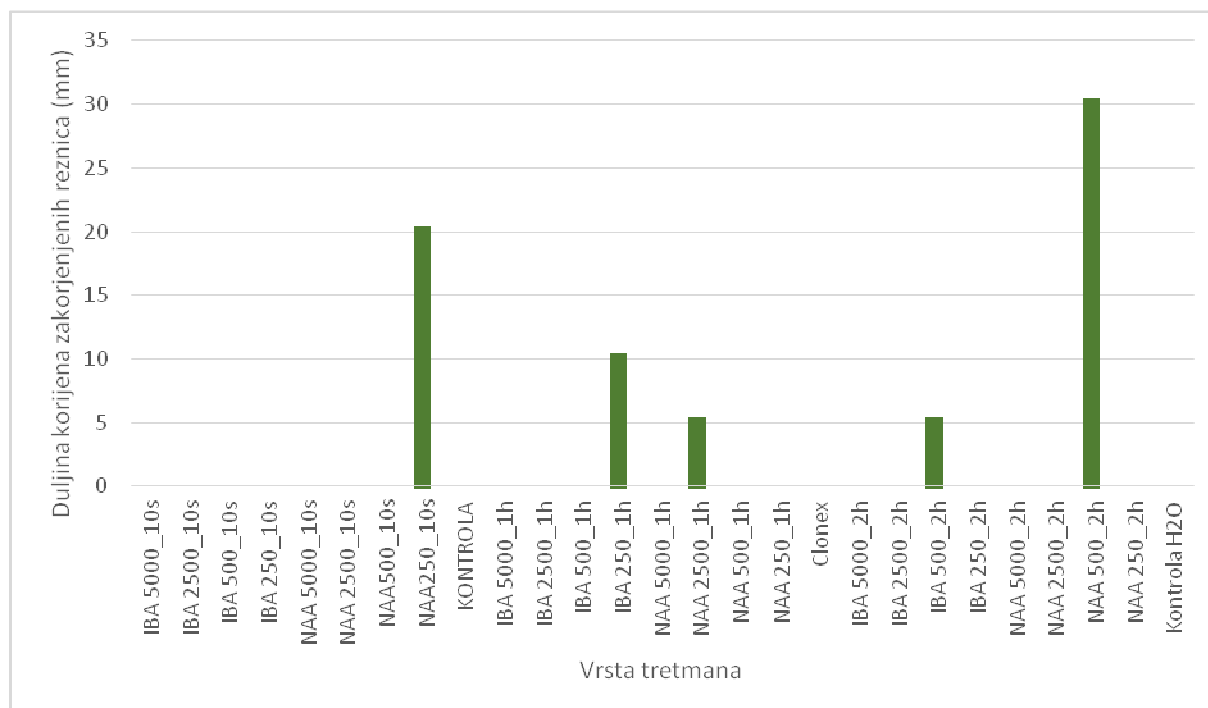
Slika 12. Postotak zakorjenjivanja reznica iz srednje etaže po tretmanima

Iz svih hormonskih tretmana u kojima je vidljivo zakorjenjivanje ponovno je zakorjenjena samo po jedna reznica, da ponovno ne zavara rezultat od 10%. I u ovome slučaju jedna je samo uspješno zakorjenjena reznica iz trajanja tretmana od 10 sekundi, te su po dvije iz vremenskog trajanja tretmana od 1 i 2 sata. Teško je istaknuti također i neki od hormona, odnosno koncentracije istih, pošto se radije može reći kako je zakorjenjivanje došlo spontano, tj. da hormonski tretman nema utjecaja na pozitivne/negativne rezultate, što potkrepljuje i činjenica da se kontrolne reznice nisu zakorjenile niti jedna.



Slika 13. *Prosjeak broja korijenskih žila zakorijenjenih reznica uzetih iz srednje etaže krošnje, po tretmanima*

Na slici 13. moguće je vidjeti grafički prikaz rezultata na kojemu je vidljiv prosjek broja korijenskih žila zakorijenjenih reznica iz srednje etaže. Pozitivni utjecaj ovdje eventualno se može pripisati tretiranjem hormonom NAA 500 ppm u trajanju od 2 sata prije pikanja, sa prosjekom od 2 razvijena korijena. Ostali hormonski tretmani, iako šturi pokazuju razvitak od po jedne žile.

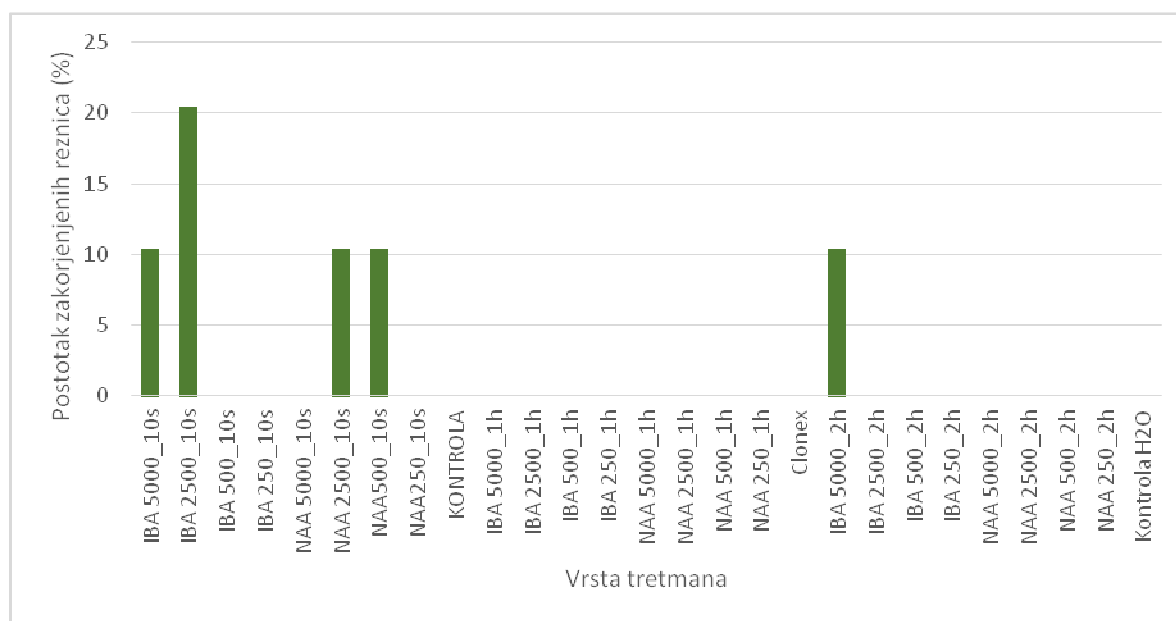


Slika 14. *Prosječne vrijednosti duljine najdulje korijenske žile kod zakorijenjenih reznica uzetih iz srednje etaže krošnje, po tretmanima*

Na grafičkom prikazu na slici 14. vidljivi su rezultati prosjeka duljine najdulje korijenske žile zakorijenjenih reznica iz srednje etaže. Kako su prethodni rezultati bili jednaki, na prikazanom grafikonu se prvi puta vidi odmak u različitim duljinama korijena. Na prethodnom grafikonu (slika 13.) uočen je odmak hormona NAA 500 ppm i trajanja tretiranja 2 sata prije pikiranja, pa tako trenutno obrađivan grafikon prati prethodni. Hormonski tretman NAA 500 ppm, trajanja tretiranja 2 sata pokazuje i najdulju vrijednost prosjeka duljine korijenske žile, 30 mm. Slijedi ga tretman istim hormonom, NAA, ovaj puta u koncentraciji 250 ppm i trajanju tretiranja 10 sekundi – 20 mm. Ostali rezultati su jako niski kako je vidljivo i ponovno nam je daju nikakve smjernice da bismo mogli zaključiti koji hormonski tretman djeluje pozitivno, jer je teško zaključiti djeluje li uopće.

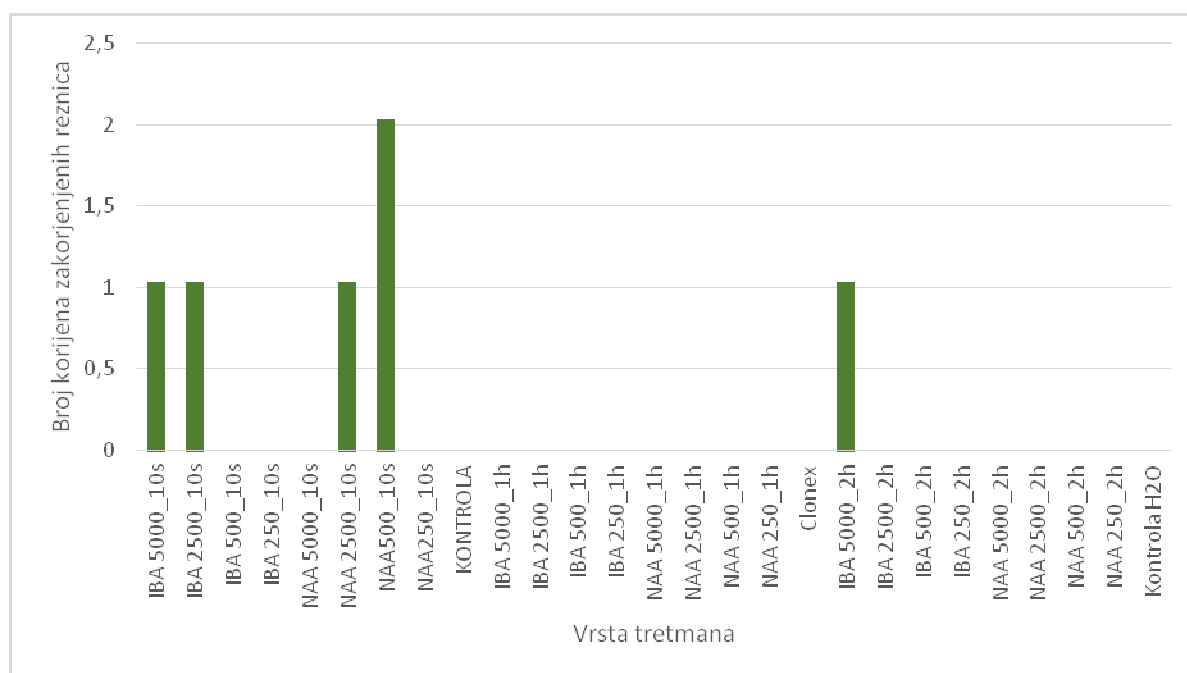
4.1.3 Rezultati prema vremenskom trajanju hormonskog tretmana – donja etaža

Rezultati reznica uzetih iz donje etaže prikazuju najveći uspjeh u vremenskom trajanju tretiranja hormonima od 10 sekundi prije pikiranja, što se nije moglo reći za podatke iz srednje i gornje etaže. (slika 15.)



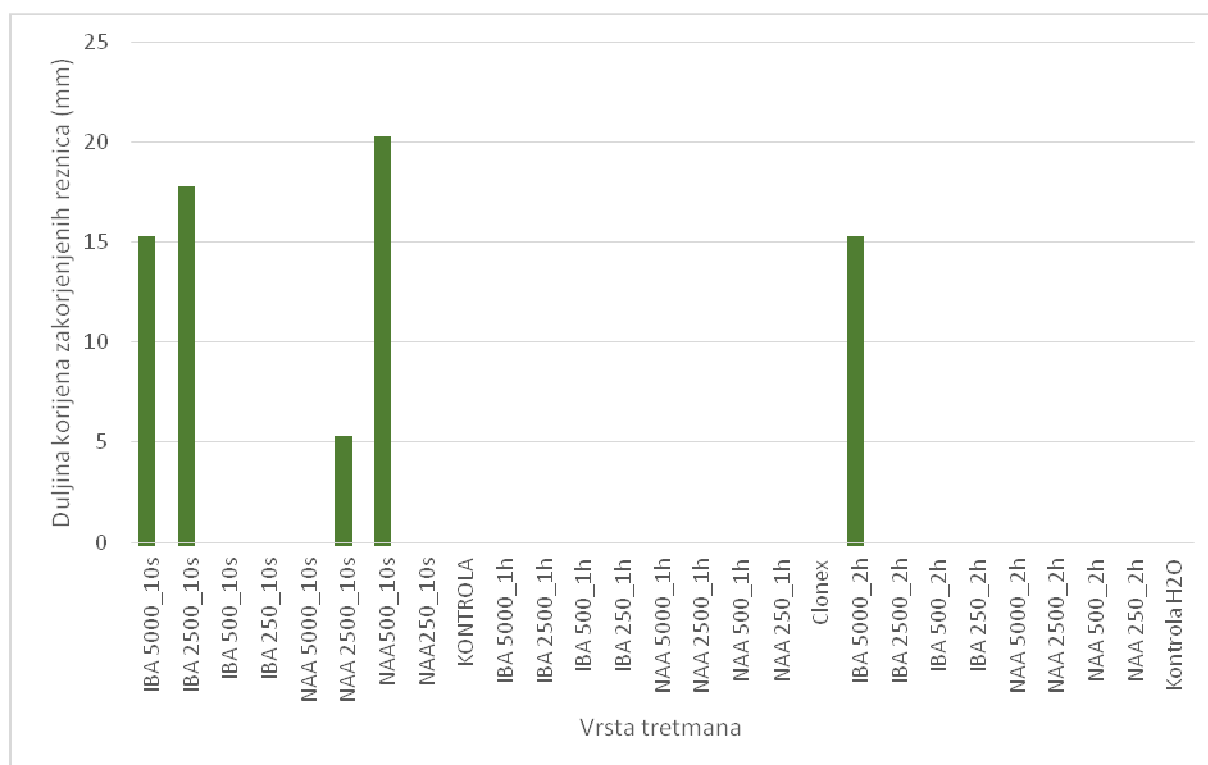
Slika 15. Postotak zakorjenjivanja reznica iz donje etaže po tretmanima

Na grafikonu su prikazani ponovno jako loši rezultati zakorjenjivanja reznica. Zakorjenjeno ih je samo 5, s 10%-tnim uspjehom četiri hormona s pripadajućim koncentracijama. Iz ravnine iskače eventualno 20%-tni uspjeh zakorjenjivanja pri tretiranju sa IBA hormonom koncentracije 2500 ppm, u već spomenutom trajanju od 10 sekundi. Ostali, pa i ovaj nešto viši rezultat, ponovno su jako loši te ne daju mogućnost izdvojiti ijedan kao uspješniji.



Slika 16. *Prosjeak broja korijenskih žila zakorijenjenih reznica uzetih iz donje etaže krošnje, po tretmanima*

Što se tiče rezultata prosjeka broja korijena zakorijenjenih reznica, isti su prikazani na slici 16. Ovdje se istaknuo jedino tretman hormonom NAA 500 ppm u trajanju 10 sekundi, sa prosječnim brojem od 2 korijenčića.



Slika 17. Prosječne vrijednosti duljine najdulje korijenske žile zakorjenjih reznica iz donje etaže krošnje po tretmanima

Na slici 17. su vidljivi rezultati prosječnih vrijednosti duljine najdulje korijenske žile zakorjenjenih reznica. Radi se o donjoj etaži. Zakorjenjeno je ukupno 5 reznica, većina njih pri trajanju tretmana od 10 sekundi prije pikiranja. Sa 20 mm dugim razvijenim korijenom, ističe se eventualno hormonski tretman NAA 500 ppm u trajanju 10 sekundi. Reznice koje su tretirane 1 sat prije pikiranja nisu pokazale nikakvu uspješnost zakorjenjivanja u donjoj etaži. Što se tiče kontrole i reznica tretiranih preparatom Clonex također se nije zakorjenila niti jedna reznica.

Zaključno, vrlo je teško iz prikazanih rezultata izdvojiti optimalan hormonski tretman kako bi se jasno moglo definirati da je isti pogodan za daljnje korištenje te da je vrijedan pažnje. Rezultati po etažama jako su loši, sa minimalnih pozitivnim istupcima, koji se mogu koristiti pri interpretaciji ali se ne može sa sigurnošću reći kako bi se isti uspjeh ponovio u sljedećim istraživanjima jer su izmjerene vrijednosti vrlo niske i nemoguće ih je međusobno povezati i usporediti.

4.2 Istraživanje 2

Sve reznice iz ovoga dijela istraživanja sakupljene su u mjesecu listopadu, za razliku od reznica prošloga eksperimenta koje su sakupljane u mjesecu travnju. Reznice su tretirane hormonima u trajanju od otprilike 10 sekundi. Obradeno je 18 kontejnera, a u svakome od kontejnera nalazilo se 80 reznica i to po 20 tretiranih određenim koncentracijama hormona, te 20 reznica iz kontrole (netretirane reznice). Sveukupno je obrađeno 1440 reznica.

4.2.1 Rezultati prema vrsti hormonskog tretmana

U tablici 3. prikazani su sumirani podaci uspješnosti zakorjenjivanja prema različitim tretmanima, odnosno koncentracijama hormona i kontrola sa netretiranim reznicama.

Tablica 3. *Sumirani podaci uspješnosti zakorjenjivanja reznica prema različitim hormonskim tretmanima*

| Vrsta tretmana | Broj zakorjenjenih reznica | Postotak zakorjenjivanja (%) | Prosjek duljine najdužeg korijena (mm) | Prosjek broja korijena |
|----------------------------|----------------------------|------------------------------|--|------------------------|
| IBA 10000 ppm | 19 | 5,28 | 58,2 | 3 |
| IBA 2500 ppm | 17 | 4,72 | 57,9 | 3 |
| IBA 2500 ppm + NAA 500 ppm | 20 | 5,56 | 54,4 | 3 |
| KONTROLA | 20 | 5,56 | 57,7 | 3 |

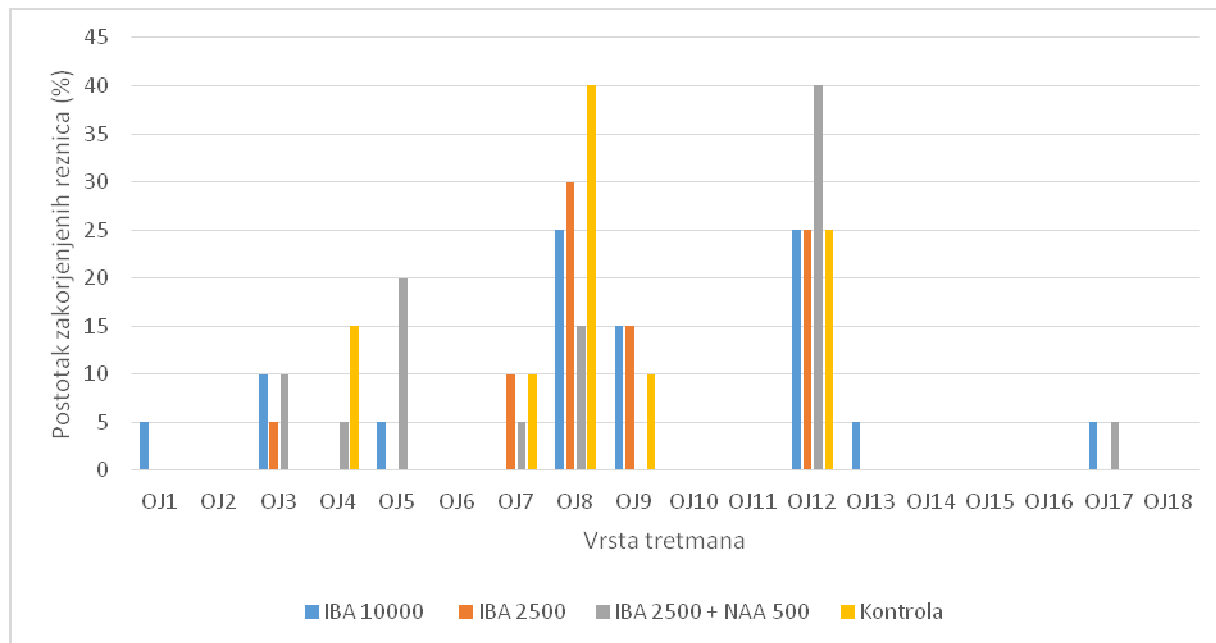
Kako je vidljivo, podaci su prilično šturi te se ne vide određene bitne razlike. Što se tiče broja zakorjenjenih reznica iste su promatrane od ukupnog broja pojedine koncentracije hormona u 18 kontejnera, tj. najviše zakorjenjenih reznica od njih 360 ukupno pokazuje tretman kombinacije hormona IBA 2500 ppm + NAA 500 ppm – 20 reznica, te kontrola, odnosno netretirane reznice (također 20 reznica). Poseban osvrt ovdje treba dati upravo na reznice koje su se zakorjenile a pripadaju reznicama iz kontrole. Kako je sveukupan broj dosta sličan, odnosno vodeći među tretmanima sveukupno, moglo bi se reći kako su hormonski tretmani iz tablice zapravo negativno djelovali na uspjehe zakorjenjivanja, jer i ne koristeći iste, kontrole reznice nam pokazuju da bi se iste svejedno zakorjenile, znači uspjeh ne ovisi o hormonima.

Gledajući prosjek duljine najdužeg korijena nešto više odstupanje pokazuje tretiranje hormonom IBA u koncentraciji 10 000 ppm gdje je prosječna duljina 58,2 mm. Ovaj podatak prati IBA hormon koncentracije 2 500 ppm sa vrijednosti 57,9 mm prosječne duljine najdužeg korijena. Kontrolne (netretirane) reznice pokazuju prosječnu duljinu najduljeg korijena 57,7 mm, a najnižu vrijednost (54,4 mm) pokazuju reznice tretirane kombinacijom hormona IBA 2500 ppm + NAA 500 ppm. Kako je razlika između kontrole i hormona IBA 10000 ppm dosta mala ponovno se može donijeti zaključak kako hormonski tretmani nisu bitno utjecali na prosječnu duljinu najduljeg korijenčića. Gledajući prosječan broj korjenčića sve vrijednosti su jednake i za sve opisane tretmane prosječan broj korjenčića je 3 što potvrđuje tezu iz rečenice prije.

Zaključno, podaci iz tablice 3. dali su uvid u sumirane rezultate tretmana po hormonima, a iz iste se vidi kako su rezultati poprilično niski i dosta jednaki međusobno, tj. ne vide se posebna odstupanja niti se može zaključiti da je neka određena vrsta tretmana bolja od druge. Pridodamo li tome i rezultate kontrole gdje se nalaze netretirane reznice koji su vrlo slični ostalim rezultatima, teško je reći da je određeni postupak bolji odnosno lošiji od drugoga i ima li korištenje navedenih hormonskih tretmana uopće smisla u ovakvoj vrsti istraživanja, jer su većinom svi pokazali negativni, odnosno neutralni utjecaj na zakorjenjivanje reznica i kvantitetu ostalih promatranih čimbenika.

4.2.2 Rezultati prema genotipovima

Kako je ranije opisano u ovome istraživanju radilo se sa 18 kontejnera u kojima svaki kontejner predstavlja jednu matičnu biljku (plus stablo opisano u registru plus jedinki božićnih drvaca). Time je omogućeno praćenje međugenotipskih varijacija.



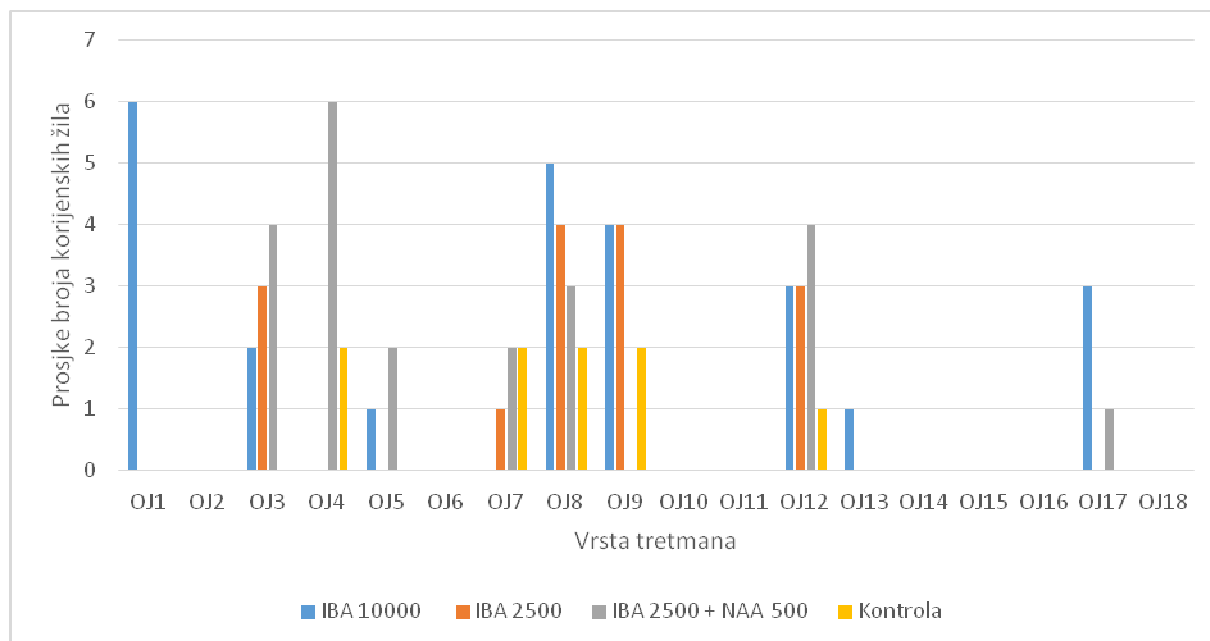
Slika 18. *Usporedba postotka zakorijenjenosti po genotipovima s obzirom na tretiranja odnosno kontrolu*

Iz grafikona sa slike 18. je vidljivo kako su se reznice 10 genotipova (kandidat jedinki) zakorijenile, makar i malim postotkom, te 9 genotipova (kandidat jedinki) iz kontejnera koji se nisu zakorijenili. Općenito se postotak zakorijenjenosti svih reznica po genotipovima kretao od najnižeg 5% do 40%. Iako niti ovdje rezultat zakorijenjivanja nije značajno visok, dalo bi ga se pobliže opisati s obzirom na određene hormonske tretmane.

Posebnu pažnju sa slike 18. trebalo bi usmjeriti na rezultate kontrole. Promotrimo li npr. jedinku naziva OJ4, OJ7 i OJ8 među ta tri genotipa moguće je izdvojiti kontrolne reznice kao najuspješnije u zakorijenjivanju, što sa sobom povezuje činjenicu onda kako hormonski tretmani u ova tri genotipa zapravo pokazuju negativan rezultat na postotak zakorijenjenih reznica.

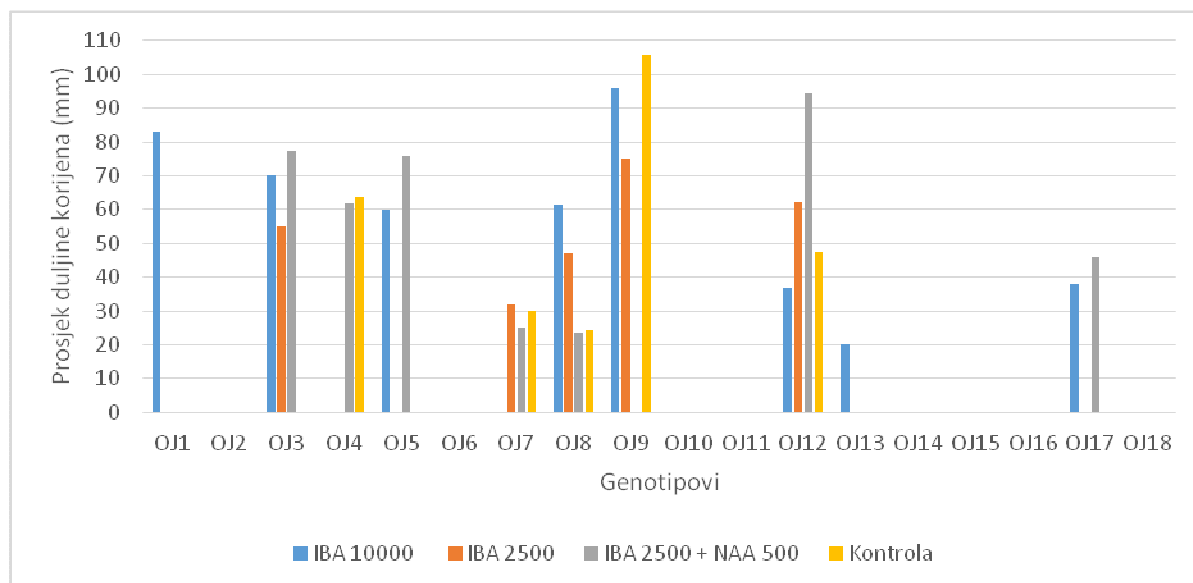
Svakako je bitno istaknuti genotip jedinke OJ12 jer su se kod njih zakorijenile reznice iz svih hormonskih tretmana, pa i kontrole, no ipak se ističe tretman kombinacijom hormona

IBA 2500 ppm + NAA 500 ppm gdje je postotak zakorijenjenosti 40% što bi brojem značilo da se zakorijenilo 8 reznica od 20 koje su tretirane istim hormonom u tom kontejneru.



Slika 19. Usporedba prosječnog broja korijenskih žila po genotipovima s obzirom na tretiranja odnosno kontrolu

Što se tiče kvalitativnog parametra - broja korijenskih žila, može se uočiti (slika 19.) kako su pojedini hormonski tretmani ipak uspješno djelovali na povećanje broja korijenskih žila. Ako bi usporedili grafikon sa slike 19. i prethodni sa slike 18., može se vidjeti kako nizak, odnosno visok postotak zakorjenjivanja reznica ne znači nužno manji, odnosno veći broj korijenskih žila. Vidljivo je to iz genotipa (jedinke) OJ1. U postotku ista je zakorjenjena sa samo 5% uspješnosti hormonom IBA 10000 ppm, ali ako se pogleda prosjek broja korijenskih žila, ista je razvila čak 6 žila. Isto dokazuje i jedinka OJ4 tretirana hormonom IBA 2500 + NAA 500 ppm sa potpuno istom situacijom. Isto tako moguće je prokomentirati jedinku OJ8 koja je u prethodnom grafikonu predstavljena kao jedinka sa višim postotkom zakorjenjivanja (40%) u odnosu na druge. Ako se u obzir uzme broj korijenskih žila koje je ista razvila, broj je relativno nizak jer su tu razvijene samo 2 žile. Kontrolne reznice ovdje pokazuju nešto niže rezultate što ipak ukazuje na činjenicu da su hormonski tretmani pozitivno djelovali na povećanje broja korijenskih žila.



Slika 20. Usporedba prosječnih duljina najdulje korijenske žile po genotipovima s obzirom na tretmane odnosno kontrolu

Promatrajući grafikon sa slike 20. moguće je vidjeti raspon prosječnih duljina najdulje korijenske žile po genotipovima. Raspon se tako kreće od 20 mm do 105 mm. Rezultati su vrlo varijabilni te je teško izlučiti određenu jedinku sa duljim/kraćim korijenskim žilama. Eventualno bi se moglo općenito izdvojiti tretiranje hormonom IBA u koncentraciji 10 000 ppm. Taj hormon je najučestaliji zaslužan za uopće ikakvo zakorjenjivanje reznica, pošto iste nije moguće baš zornije opisivati. Kontrolne reznice i u ovome slučaju pokazuju dosta varijabilne podatke, a u opisivanom grafikonu stoji da se najdulji razvijeni korijen može pripisati upravo netretiranoj reznici iz kontejnera oznake OJ9 i to kontrolnih reznica, te kontejnera oznake OJ4. U ta dva slučaja može se zaključiti kako hormonski tretmani nisu pozitivno djelovali na prosjek duljine korijena. Također bi se ponovno mogla istaknuti hormonska kombinacija IBA 2500 ppm + NAA 500 ppm gdje je u pojedinim genotipovima upravo ta kombinacija postigla bolje rezultate od ostalih, bar što se tiče prosjeka duljine korijena.

Sve u svemu, dalo bi se zaključiti kako je velika varijabilnost među genotipovima i njihovim rezultatima zakorjenjivanja, te je nemoguće izvući konkretan zaključak kako bi se donijela odluka o tome koju vrstu tretmana definitivno preporučiti i koristiti u daljnjem radu sa sličnim svojstvima. Tu i tamo se eventualno iskaže koji hormonski tretman te ga kao takvoga u interpretaciji ovih rezultata treba i spomenuti, no teško je sa sigurnošću isti i potvrditi za daljnu proizvodnju, u ovome slučaju reznica obične jele za potrebe proizvodnje božićnih

drvaca.

5 ZAKLJUČAK

1. Stabla obične jele u dobi iznad 20 godina, vrlo se teško kloniraju metodom zakorjenjivanja odrvenjelih reznica uzetih u kasnu jesen i rano proljeće.
2. Bez hormonskog tretiranja, takve se reznice u pravilu ne zakorjenjuju. Međutim, mogu se identificirati specifični genotipovi čije se reznice zakorjenjuju i bez hormonskog tretmana, premda s niskim postotkom uspješnosti.
3. Hormonsko tretiranje baze prije pikiranja može povećati uspjeh zakorjenjivanja odrvenjelih reznica i kvalitativne osobine novostvorenog korijena, ali se iz dobivenih rezultata ne mogu donijeti općenite preporuke.
4. Utvrđena je izrazito velika međugenotipska varijabilnost, kako u sposobnosti zakorjenjivanja netretiranih reznica, tako i u reakciji na hormonsko tretiranje.
5. Rezultati ukazuju da postotak zakorjenjivanja reznica opada s obzirom na porast visine iz koje su uzete u krošnji matičnog stabla, premda ne značajno.

LITERATURA

Barzdajn, W. 1986. Influence of the position of shoots of silver fir (*Abies alba* Mill.) in the crown on the rooting of prepared of them lignified cuttings.

Bogdan, S., Katičić Bogdan, I. 2015. Genetika s oplemenjivanjem drveća i grmlja, 224. str

Gračan, J. 2001. Dostignuća na oplemenjivanju obične jele u Hrvatskoj; Obična jela u Hrvatskoj. Akademija šumarskih znanosti i "Hrvatske šuma" p. o. Zagreb: 334-345, Zagreb

Hocevar von M (1983) Vegetative Vermehrung der Weisstanne (*Abies alba*, Mill.) mit stecklingen. Forstwiss Cent 102:55–62.

Korpel', Š., L. Paule & A. Leffers, 1982: Genetics and breeding of the silver fir (*Abies alba* Mill.). Ann. Forest., 9 (5): 151-184.

Međedović, S. i Dž. Ferhatović, 2003. Klonska proizvodnja sadnica drveća i grmlja. Bemust, Sarajevo. 216. str.

Pleše, V., Prva osnova gospodarenja za „Brloško“ izrađena je još 1880. godine!, Hrvatske šume, 2010., 168 (12), 14. str

Prpić, B., Seletković, Z. 2001. Ekološka konstitucija obične jele; Obična jela u Hrvatskoj. Akademija šumarskih znanosti i "Hrvatske šuma" p. o. Zagreb: 255-268, Zagreb

Seletković, Z. 2001. Klima i hidrološke prilike u dinarskim jelovim šumama u Hrvatskoj; Obična jela u Hrvatskoj. Akademija šumarskih znanosti i "Hrvatske šume" p.o. Zagreb: 133-141, Zagreb

Toogood, A., (ed) 1999. The Royal Horticultural Society. Propagating plants. Dorling Kindersley, London. str. 70-91

Trinajstić, I. 2001. Rasprostranjenost, morfologija i taksonomija jele u Hrvatskoj; Obična jela u Hrvatskoj. Akademija šumarskih znanosti i "Hrvatske šuma" p. o. Zagreb: 93-101, Zagreb

Vukelić J., Baričević D. 2001. Šumske zajednice obične jele u Hrvatskoj; Obična jela u Hrvatskoj. Akademija šumarskih znanosti i "Hrvatske šuma" p. o. Zagreb: 162-186, Zagreb